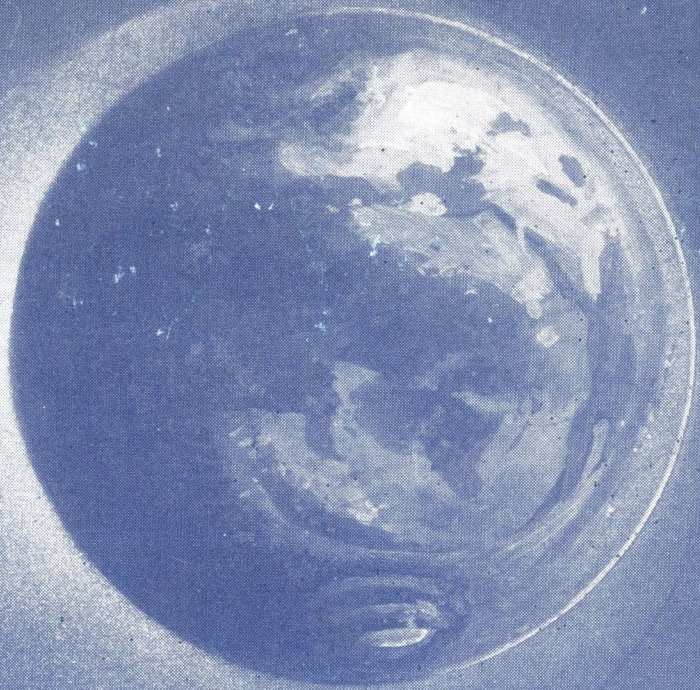
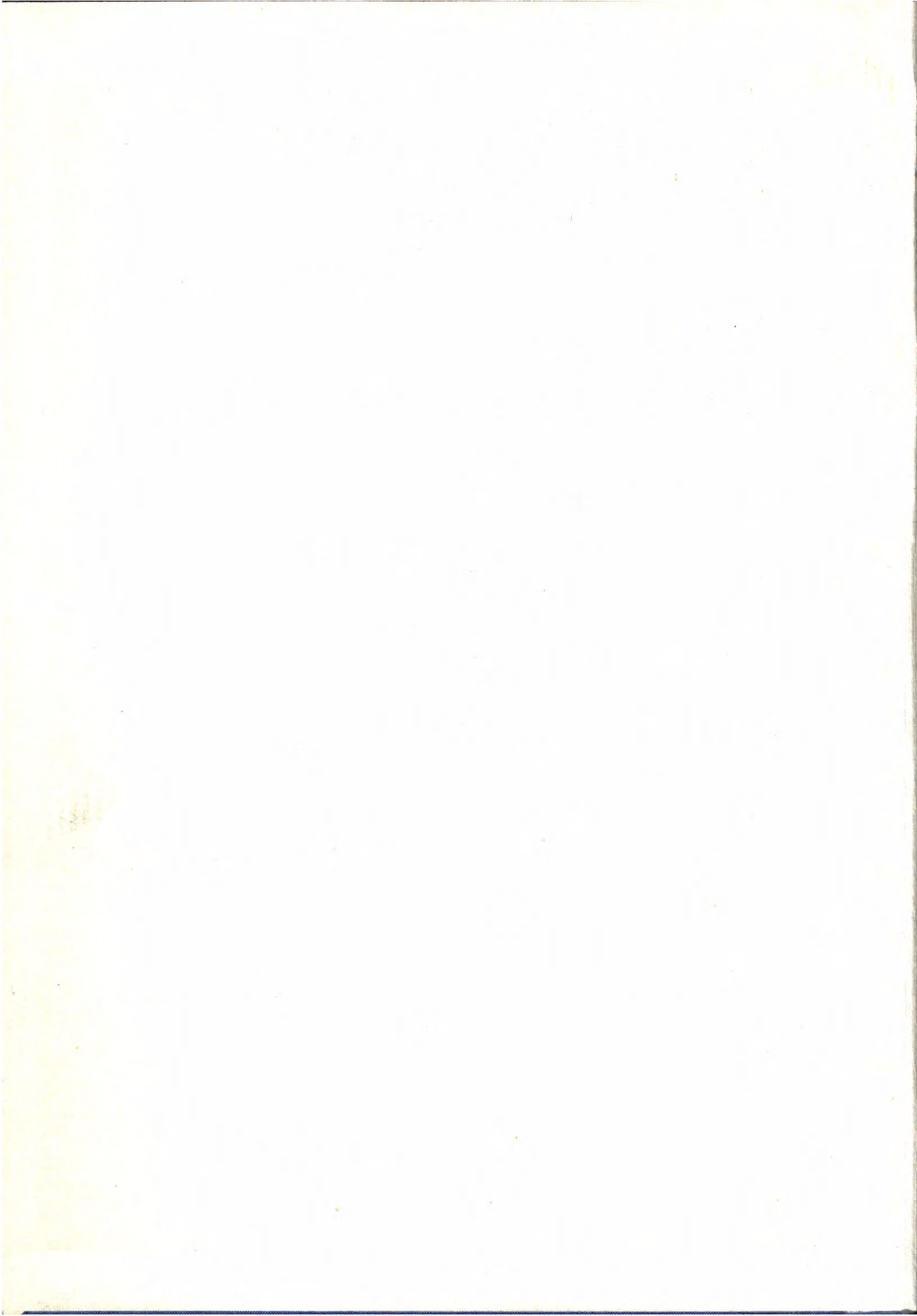


66-4(0)  
к 49 > 3

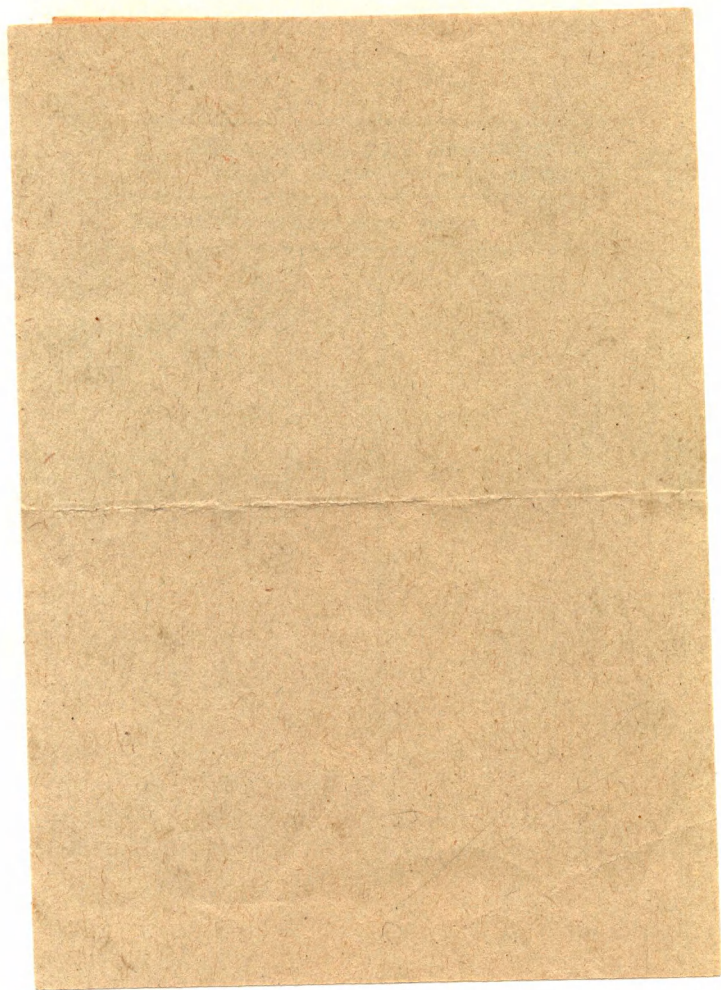


# **КЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ**

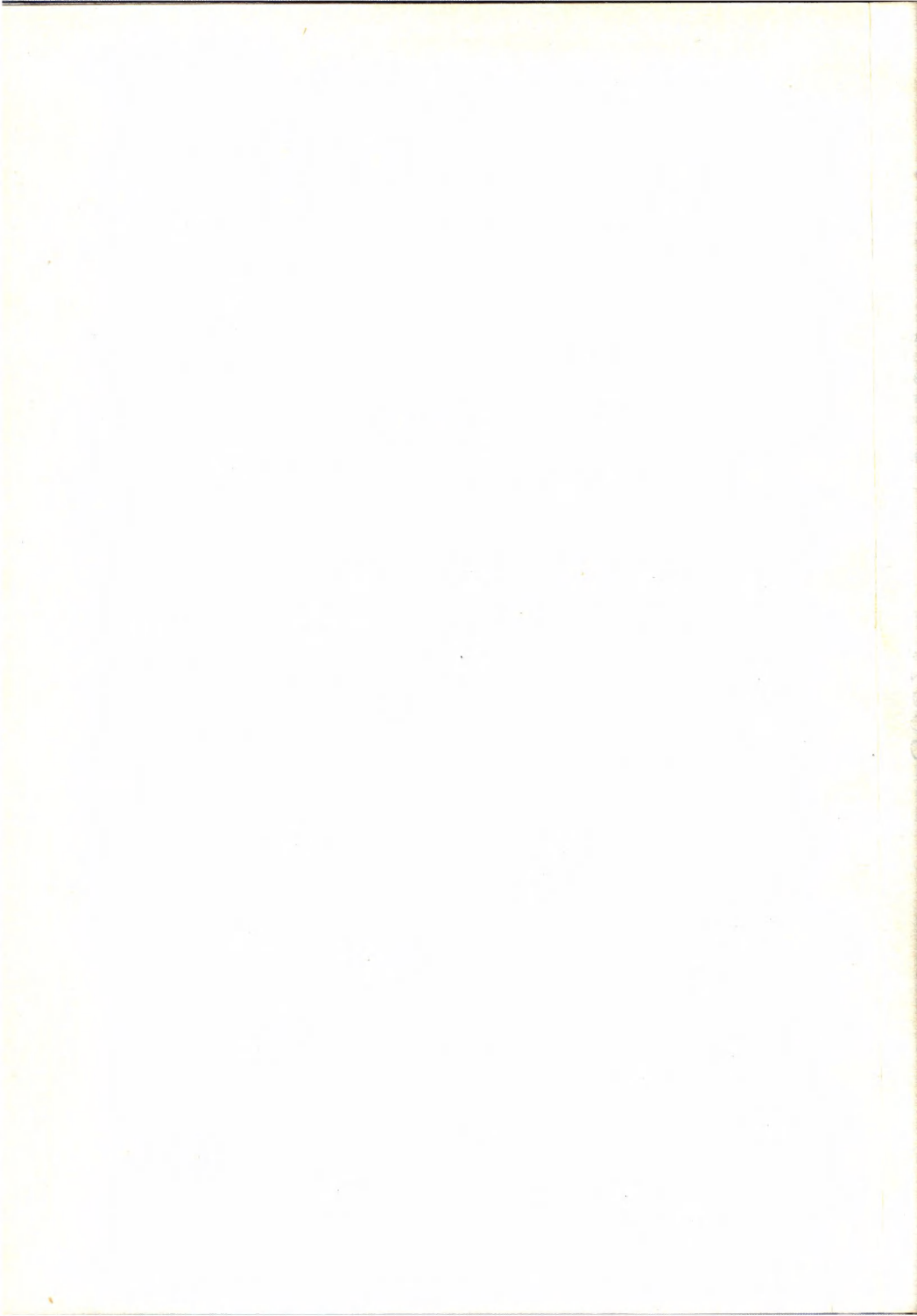














АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КОМИТЕТ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ В ЗАЩИТУ МИРА,  
ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ

Ответственный редактор  
академик Е.П. ВЕЛИХОВ



МОСКВА "НАУКА" 1987



66.4(6) + 28.07 + 26.23 > 3  
K 49

УДК 502.55/58:550.348.425.4

В книге, подготовленной Комитетом советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы и изданной при содействии Советского Фонда мира, рассмотрены новейшие научные данные о концепции "ядерной ночи" и "ядерной зимы", получившей широкое распространение в мире. Раскрывается особая опасность долговременных глобальных последствий ядерных взрывов, влияние их на состояние атмосферы и климат Земли. Книга впервые была напечатана в 1986 году. Настоящее издание дополнено рядом новых материалов.

Книга рассчитана на широкий круг лиц, интересующихся проблемами борьбы за мир, разоружение и предотвращение ядерной катастрофы.

Редакционная коллегия:

академик *В.И. Гольданский*, академик *Ю.М. Кagan*,  
академик *Б.В. Раушенбах*, академик *Р.З. Сагдеев*,  
доктор физико-математических наук *С.П. Капица*,  
доктор технических наук *В.П. Карцев*,  
доктор исторических наук *А.А. Кокошин*,  
кандидат экономических наук *В.М. Орел*

Составитель

кандидат химических наук *Б.А. Гонтарев*

Рецензенты:

доктор исторических наук *А.Г. Арбатов*,  
доктор физико-математических наук *М.А. Мокульский*



К 1600000000-053  
042 (02)-87 104-87-I

© Издательство "Наука",  
1987 г.

— 30912 —



## СОВЕТСКАЯ ПРОГРАММА МИРА И ЗАДАЧИ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ

*Е.П. Велихов*

Предлагаемая вниманию читателей книга подготовлена Комитетом советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы. Это — общественная организация, созданная на Всесоюзной конференции ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны, за разоружение и мир, проходившей в Москве в мае 1983 г. На встрече были представлены ученые из всех республик и регионов нашей страны; в ней также приняли участие наши коллеги из многих зарубежных стран. На этом представительном научном форуме обсуждались проблемы сохранения мира и роли науки в этом историческом процессе. В итоговом документе конференции, который приводится во второй части данной книги, отмечалось, что своими знаниями, опытом и авторитетом ученые призваны активно содействовать развертыванию борьбы народов за спасение Земли от ядерного уничтожения (см. с. 179).

Комитет советских ученых (КСУ) осуществляет свои функции, исходя из задач, поставленных на этой конференции. Во-первых, это вовлечение всех работающих в сфере науки, независимо от их специальности, в активную борьбу за предотвращение ядерной катастрофы. "Когда речь идет о сохранении мира, — говорит Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев, — об избавлении человечества от угрозы ядерной войны, не может быть посторонних и безучастных. Это дело всех и каждого" [1]. Во-вторых, это доведение до сведения широкой общественности научно обоснованной и всеобъемлющей картины опасностей, ожидающих человечество на пути продолжения количественной и — прежде всего — качественной гонки вооружений, обеспечение достоверной научной информацией участников антивоенных, антиядерных движений.

Мы исходим из того, что ученые не только могут, но и должны оказывать влияние на ход политических событий, так как они, как никто другой, отчетливо представляют себе трагические последствия ядерного конфликта. Сила этого влияния возрастает, когда это не только мнение одного, пусть даже самого авторитетного ученого, а непредвзятая, коллективная, всесторонне обоснованная оценка ученых разных стран, специалистов в различных отраслях знаний. Мы убеждены, что можем активно содействовать улучшению нынешней международной обстановки, сохранению мира. Этому и посвящена вся деятельность нашего Комитета<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Состав Комитета приводится во второй части данной книги.

Отличительной чертой новой общественной организации советских ученых является осуществление широкой программы научных исследований, касающихся фундаментальных проблем борьбы за мир, разоружение и предотвращение ядерной катастрофы.

Члены Комитета участвуют в этой борьбе, так же как и все люди Земли, обеспокоенные за судьбу нашей планеты и будущее человечества, осознающие патриотический, гражданский долг, свою социальную ответственность. Но в отличие от многих других общественных организаций в этой деятельности КСУ использует свое сильное "оружие" — огромный исследовательский опыт, фундаментальные научные знания, высокий непрекращаемый авторитет Ученого, чье мнение всегда считалось объективным, всесторонне продуманным и глубоко обоснованным.

И здесь мы стараемся перенять все лучшее, что уже накоплено в этой борьбе учеными многих стран мира. Так, хороший пример подали нам медики, создавшие авторитетную международную организацию "Врачи — за предотвращение ядерной войны". Именно врачи впервые объективно и всесторонне исследовали медицинские последствия возможного ядерного конфликта. Результаты этих исследований сейчас широко известны во всем мире. Вывод, к которому они пришли, однозначен: ядерная война была бы последней эпидемией человечества, единственный способ борьбы с которой — ее предотвращение [2].

Есть еще немало других обстоятельств, требующих самого пристального внимания ученых. Оказалось, что наши знания о характере и масштабах возможной ядерной катастрофы были далеко не полными: исследования самого последнего периода позволяют утверждать, что косвенные, долгосрочные последствия ядерной войны, остававшиеся ранее, как правило, как бы за скобками, на деле не менее, если не более грозные, чем первичные, непосредственные результаты ядерных взрывов, известные всем нам со времен Хиросимы и Нагасаки. Поэтому одной из основных программ научных исследований, осуществляемых под руководством КСУ с первых дней его образования, являлось изучение всего комплекса долгосрочных глобальных последствий ядерной войны, ее воздействия на климат и биосферу. Надо сказать, что несмотря на сравнительно небольшой срок осуществления этой работы, получены важные результаты, позволившие сделать чрезвычайно серьезные выводы. Именно эти результаты и выводы составляют основное содержание данной книги.

Но сейчас мне хотелось бы сказать еще несколько слов о деятельности нашего Комитета.

Практически каждое направление научных исследований, осуществляемых под эгидой КСУ, по сути своей является межатраслевым, требующим самого активного участия высококвалифицированных специалистов не только различных областей знаний, но и разных стран мира. Естественно поэтому, что Комитет ищет широкие контакты с зарубежными учеными и — с уверенностью можно констатировать — встречает в этом широкую поддержку.



Мы неоднократно встречались с руководителями Федерации американских ученых (ФАУ) — крупной общественной организации, немало сделавшей и делающей у себя в стране для предотвращения ядерного конфликта. В ходе этих контактов у нас было немало острых дискуссий, столкновений мнений и оценок. Все же скажу, что беседы делегации руководства ФАУ с Комитетом советских ученых были, по мнению обеих сторон, весьма полезны. Характерна оценка, которую дал, выступая по советскому телевидению, президент ФАУ, профессор Принстонского университета Фрэнк фон Хиппел [3]. Он справедливо отметил, что в результате бесед представителей КСУ и ФАУ выявилось полное совпадение взглядов советских и американских ученых по следующим четырем важным позициям:

- ядерная война была бы величайшей катастрофой в истории человечества;
- не существует никаких способов эффективной и надежной защиты против ядерного нападения;
- в настоящий момент между СССР и США действительно существует примерное равенство ядерных потенциалов;
- наши дни — это не терпящее отлагательств время для остановки гонки вооружений.

Как сообщается в публикациях ФАУ, эта организация нашла в лице Комитета советских ученых серьезного партнера, представляющего точку зрения советской научной общественности по ключевым проблемам современности [4]. Со своей стороны КСУ также всегда будет стремиться устанавливать и развивать продуктивные и взаимно полезные связи со всеми зарубежными организациями ученых, ставящими своей целью борьбу против ядерной войны, за разоружение и мир.

Воплощая на практике эту принципиальную установку, КСУ принял участие в обсуждении проблемы замораживания ядерного оружия (июнь 1984 г., Женева), научных аспектов предотвращения милитаризации космоса (май 1984 г., Вашингтон) [5]. Хорошие рабочие контакты у нас устанавливаются с американской организацией ученых и инженеров "Мир без войн", со Стокгольмским международным институтом проблем мира и разоружения (СИПРИ), с рядом организаций ученых в Западной Европе (назову здесь, в частности, так называемую Майнцскую группу ФРГ).

Только в 1985 г. представители нашего Комитета приняли активное участие в ряде крупных международных мероприятий. Назову здесь только некоторые из них — международная встреча ученых в Ватикане на тему "Вооружение космического пространства" (23–25 января), афинская встреча представителей международной общественности за мир и разоружение (29–31 января), международная конференция в Стокгольме "Ядерная война по ошибке — неизбежна или предотвратима?" (15–17 февраля), международный коллоквиум в Женеве на тему "Ядерная война, угроза распространения ядерного оружия и их последствия" (1–3 июля), международная конференция в Сальтшебадене (Швеция) "Космические вооружения и международная безопасность" (6–8 июля), международный симпо-



зиум "Ядерное оружие — вызов миру", проходивший в Копенгагене и приуроченный к столетию со дня рождения Нильса Бора (26–28 сентября). На всех этих международных встречах представители нашего Комитета подробно рассказывали о деятельности советских ученых, направленной на прекращение гонки ядерных вооружений и устранение опасности ядерной войны, на расширение международного сотрудничества с учеными различных стран в решении этой важнейшей и благородной задачи.

Примером такого плодотворного сотрудничества КСУ с учеными других стран является организация и проведение исследований глобальных долговременных климатических и биологических последствий ядерной войны. По согласованию с группой американских исследователей эти работы одновременно осуществлялись в СССР (Вычислительный центр АН СССР, Институт физики атмосферы АН СССР) и в США (группа ученых во главе с профессором К. Саганом и П. Эрлихом, Национальный центр атмосферных исследований, Ливерморская национальная лаборатория им. Лоуренса). Результатом совместной работы по этой проблеме ученых различных стран, придерживающихся разных политических убеждений и использующих различные методики в научных изысканиях, явилось согласованное и научно аргументированное, а потому и столь убедительное общее мнение, сконцентрированное сегодня в понятиях "ядерной ночи" и "ядерной зимы". Особую весомость результатам этих исследований придает тот факт, что несмотря на различие в программах и методике, основные выводы ученых совпадали в главном: применение ядерного оружия приведет к резкому изменению климата Земли, что в конце концов вызовет глобальную экологическую катастрофу.

На международных конференциях специалистов в Москве, Вашингтоне и других городах мира, в выступлениях в прессе, теледискуссиях представители мирового научного сообщества приводят все новые и новые расчеты, касающиеся последствий возможного ядерного конфликта. Для чего это нужно? Казалось бы, катастрофичность их ясна даже неспециалистам. Но ведь всего лишь несколько лет назад многие ученые еще считали, что, хотя положение может сложиться очень тяжелое, массовой гибели живых существ все же не произойдет. И хотя сейчас взгляды многих ученых резко изменились, но некоторые военные стратеги на Западе по-прежнему продолжают заверять, что обмен ядерными ударами, скажем в Европе, это отнюдь не прощальный удар колокола по жизни на планете. Данные, полученные учеными, позволяют адекватно оценить подобные "оптимистические" прогнозы.

В начале 1980-х годов, беседуя с различными иностранными учеными, я интересовался их мнением о возможности изучения последствий ядерной войны. Большинство из моих собеседников в то время скептически отнеслись к возможности получения какой-либо важной новой информации, вероятности значительных научных открытий в этой области. Есть, однако, целый ряд причин, объясняющих столь резкое, буквально революционное изменение положения дел в этом вопросе.

Одна из них, я думаю, заключается в том, что при рассмотрении последствий ядерной войны возник новый очень важный фактор: сейчас точно установлено, что одна подводная лодка, несущая на борту ракеты с ядерными боеголовками, может разрушить целую страну. Наконец, сделан вывод о высокой степени вероятности гибели в результате ядерной войны всего живого на Земле. Это очень важные выводы, потому что долгое время на возможную третью мировую войну продолжали — да и сейчас еще кое-кто продолжает — распространять представления и понятия, почерпнутые из печального опыта второй мировой войны. А это совершенно различные явления.

Сейчас и именно сейчас должны быть предприняты все необходимые меры, чтобы избежать катастрофы, грозящей человечеству. Потом будет поздно: современное ракетно-ядерное оружие — это в конце концов техника, а она может, как известно, выходить из строя или срабатывать несанкционированно. Говоря о проблеме совершенствования и усложнения ядерного оружия, М.С. Горбачев отметил, что "дело может дойти до того, что оно станет настолько сложным, что решения придется целиком перепоручить ЭВМ, автоматам. И тем самым сделать человеческую цивилизацию заложницей машин, а значит и технических неполадок и сбоев. Насколько это опасно, еще раз показала недавняя трагедия с американским космическим кораблем "Чэлленджер" — надежным, многократно испытанным и проверенным в тех пределах, в которых это вообще возможно сегодня" [6].

Своеобразие настоящего момента заключается в том, что при сохранении общего военно-стратегического паритета между крупнейшими ядерными державами его устойчивость заметно снижается. В первую очередь это происходит за счет создания, появления и развертывания новых более точных и более мощных видов оружия — таких, например, как крылатые ракеты различных видов базирования, как размещаемые на подводных лодках баллистические ракеты типа "Д-5" и др. Развитие исследований и разработок по программе СОИ, кроме всех прочих опаснейших аспектов этого плана "звездных войн" (об этом речь пойдет ниже), наверняка привело бы также к созданию все новых и новых, чрезвычайно опасных видов оружия.

Действительно, реальности ядерного века во всем их устрашающем масштабе осознаны, к сожалению, далеко не всеми. Следует согласиться с советскими специалистами в области мировой политики, которые считают, что при серьезном реалистическом подходе к проблеме безопасности нельзя следовать клише и шаблонам, сложившимся не только в прошлом, но даже и в первые десятилетия ядерно-ракетной эпохи, поскольку с тех пор произошли серьезные изменения в социально-политической обстановке в мире и значительное усовершенствование самих средств ведения войны [7]. Кроме того, — и это в контексте данной книги самое главное — за последние годы в науке были сделаны серьезные научные открытия, резко меняющие наши прошлые представления о масштабах последствий ядерной войны.



К числу важнейших результатов, которые удалось получить ученым за последние несколько лет, относится научное обоснование феномена многократного усиления последствий возможной ядерной войны. Конечно, ядерное оружие само по себе чрезвычайно разрушительное. Но если ядерная боеголовка попадет в ядерный реактор, в хранилище ядерного топлива или в какое-либо промышленное предприятие, связанное с переработкой ядерного горючего, то в этом случае последствия могут быть гораздо более тяжелыми, чем от самого ядерного взрыва [8]. Радиоактивное заражение местности будет сохраняться выше опасного уровня в течение месяцев, лет, может быть, десятилетий. В ряде исследований, осуществленных Шведской Академией наук, публикуются карты Соединенных Штатов, Европы и Советского Союза; в них можно, в частности, увидеть, что западная часть СССР и Европы будут почти полностью охвачены зоной выпадения радиоактивных осадков, на долгое время заражающих среду, в результате разрушения атомных электростанций.

Феномен многократного усиления возможных последствий ядерной войны проявляется еще и в другом — речь идет о пожарах. Сейчас наша цивилизация накопила огромное количество горючего материала. Судя по опубликованным данным, в промышленных зонах средняя плотность (концентрация) горючих веществ достигает величины 4 г на см<sup>2</sup> [9. Р. 85]. Если в процессе ядерной атаки все это горючее будет подожжено, то результатом будет многократное увеличение ее мощности и масштабов разрушения [10]. Этот факт может оказать существенное влияние на будущие программы и планы гражданской обороны и вообще на любые программы обороны.

Обнаружен и еще один существеннейший фактор, а именно последствия ядерных пожаров. Сотни миллионов тонн дымовых частиц, выброшенных в атмосферу, будут активно поглощать солнечное излучение и существенно ослабят нагрев поверхности Земли. Как известно, жизнь на нашей планете полностью зависит от Солнца; мощность этого источника энергии огромна. За одну секунду Земля получает от Солнца такое же количество энергии, которое выделяется при взрыве мощного ядерного заряда, т.е. примерно 30 Мт. За 10–15 мин Земля получает энергию, равную по величине той, что содержится во всех накопленных ядерных арсеналах. При этом следует напомнить, что сейчас запасы горючего материала намного превышают суммарную величину ядерных потенциалов.

Этот мощный поток солнечной энергии сейчас почти беспрепятственно проходит сквозь прозрачную атмосферу — относительно тонкий газовый слой вокруг нашей планеты. Как показано авторами статей данной книги, реализация даже небольшого, всего 100-мегатонного ядерного потенциала может привести к резким изменениям оптических характеристик атмосферы, особенно в Северном полушарии, что неминуемо вызовет глобальную катастрофу.

Итак, если 10–15 лет назад, когда заходила речь о ядерной войне, отмечалось, что она приведет к гибели сотен миллионов людей и небывалым



разрушениям, то сейчас стало очевидным, что глобальная экологическая катастрофа — следствие ядерной войны — приведет к гибели цивилизации. Вопрос ставится о дальнейшем существовании человечества и даже самой жизни на Земле. Этот вывод был впервые сформулирован учеными разных специальностей и разных стран в начале 1983 г., а широко и открыто об этом было заявлено на проходившей 31 октября — 1 ноября 1983 г. в Вашингтоне международной конференции "Мир после ядерной войны" [9. Р. 140].

В рамках этой конференции был организован "космический телемост" между Москвой и Вашингтоном — дискуссия советских и американских специалистов, изучающих климатические и биологические последствия ядерной катастрофы. С американской стороны в ней участвовали профессор Томас Мэлоун, Уолтер Орт Робертс, Карл Саган, Пол Эрлих; с советской — члены КСУ академики А.А. Баев, Е.П. Велихов, Р.З. Сагдеев, Г.К. Скрябин, член-корреспондент АН СССР Г.С. Голицын, академик АМН СССР Н.П. Бочков, а также академики К.Я. Кондратьев, Н.Н. Моисеев, члены-корреспонденты АН СССР Ю.А. Израэль, А.М. Кузин и другие ученые.

Участники дискуссии единодушно пришли к выводу: любая ядерная война явилась бы преступлением против человечества, а любые варианты использования ядерного оружия принесли бы нашей планете непоправимые бедствия. Один из четырех американских ученых, участвовавших в этой первой в истории науки телеконференции, профессор Корнельского университета Карл Саган, как бы суммируя результаты исследований по данной проблеме, сформулировал чрезвычайно важный вывод: "Если даже какая-либо ядерная держава детально спланирует и осуществит первый ядерный удар, теоретически исключаящий все технические возможности для нанесения противником ответного удара, то и в этом случае она фактически совершит самоубийство" [9. Р. 33, 11. Р. 38]. Это действительно так, поскольку атмосферные, экологические, биологические последствия такого первого удара все равно окажутся катастрофическими для биосферы и населения всего земного шара, в том числе и для страны-агрессора.

Выводы ученых явились следствием не только их собственных научных исследований, но и результатом весьма тщательной и объективной проверки, всестороннего обсуждения с коллегами на многочисленных международных конференциях, семинарах и симпозиумах, проходивших в 1983—1985 гг. в Москве, Ленинграде, Вашингтоне, Ватикане, Хельсинки, Хиросиме и других городах.

Здесь я бы хотел особо отметить плодотворную научную и общественную деятельность эксперта КСУ В.В. Александрова — ученого, внесшего весомый вклад в разработку концепции "ядерной зимы". Одним из первых он активно включился в программу исследований глобальных воздействий ядерной войны на климат планеты. На основе созданной им и его коллегами трехмерной гидродинамической модели изменений климата проведены многие последующие расчеты; эта модель до сих пор признается наиболее

совершенной из всех предложенных для этой цели. О результатах своих исследований В.В. Александров в 1983—1985 гг. неоднократно докладывал на представительных международных научных конференциях, выступал перед учеными, сторонниками мира, государственными и политическими деятелями США, Японии, Финляндии, Италии, Испании [12]. Начатые им работы по математическому моделированию процессов "ядерной зимы" продолжаются в Вычислительном центре АН СССР.

В статьях советских ученых, публикуемых в этой книге, подробно раскрываются различные аспекты концепции "ядерной зимы". Суть этих исследований кратко можно описать следующим образом. В результате ядерных взрывов возникнут массовые пожары, сопровождающиеся выделением в атмосферу огромного количества продуктов сгорания — сажи, пепла и ядовитых газов. Облака, состоящие из мельчайших частиц сажи, поглощают и рассеивают солнечный свет, вызывая таким образом затемнение поверхности земли — "ядерную ночь". В результате этого нарушается радиационный баланс планеты, температура на ее поверхности за короткий срок понижается приблизительно на 15—20°. Особенно тяжелые последствия следует ожидать в летний период, когда на обширных территориях "военного" полушария температура упадет ниже точки замерзания воды. Вследствие коренной перестройки системы циркуляции в атмосфере эта беспрецедентная климатическая катастрофа за несколько недель распространится на весь земной шар. Это повлечет массовую гибель флоры и фауны Земли.

Сегодня наукой установлено, что если какие-то люди уцелеют после ядерной войны, то, выйдя из своих убежищ, они увидят изуродованную, погибающую планету. Горько сознавать, что такое изменение явилось бы результатом наших собственных неразумных и безответственных действий! У человечества будет очень мало шансов приспособиться к условиям новой, "послеядерной" экологической обстановки. Я даже считаю, что таких шансов вообще не будет.

Сейчас очевидно, что геофизические последствия ядерной войны могут оказаться значительно сильнее прямого воздействия ядерного оружия. После ядерной войны с практически любым сценарием люди, пережившие первый удар, окажутся в условиях жестокого холода, без питьевой воды, пищи и топлива, под воздействием мощной радиации, в условиях предельного психологического стресса и свирепствующих эпидемий; причем все это будет происходить в сумерках или во мраке. Поэтому на деле ядерная война любого масштаба будет означать либо исчезновение человеческого рода, либо его деградацию на уровень ниже доисторического.

Выводы и выступления ученых с разъяснением концепции "ядерной зимы" привлекли к себе большое внимание представителей средств массовой информации, различных общественных групп, выступающих за мир, разоружение и предотвращение ядерной войны, а также ряда видных политических и государственных деятелей. Большое значение имеет одобренная в Женеве принципиальная установка руководителей СССР и США, в которой закреплено общее понимание того, что ядерная война никогда не должна



быть развязана, что в ней не может быть победителей и что СССР и США не стремятся к достижению военного превосходства.

Выступая на открытии советско-американского научного симпозиума в здании Конгресса США в Вашингтоне в декабре 1983 г., сенатор Эдвард Кеннеди сказал: "Нет необходимости указывать на ту неоспоримую истину, что третья мировая война была бы последней мировой войной, развязанной против мира, против самой нашей планеты. Этот конфликт поставил бы один-единственный вопрос: не о том, скольким бы людям удалось выжить при ядерном ударе, а о том, как долго был бы час их умирания на умирающей планете" [11. Р. 4].

Вот слова другого сенатора США — Марка Хэтфилда, совместно с Эдвардом Кеннеди организовавшего этот симпозиум: "Ученые, я надеюсь, вдребезги разобьют концепции о том, что угроза ядерной войны якобы терпима, допустима и даже рациональна" [11. Р. 7].

Выражение тревоги за судьбы Земли в связи с увеличением опасности ядерного конфликта все чаще звучит на Капитолийском холме. В апреле 1985 г. тот же М. Хэтфилд вместе с другим сенатором У. Проксмайром внес на рассмотрение верхней палаты Конгресса США проект резолюции о создании совместной советско-американской комиссии по изучению климатических и биологических последствий ядерной войны. В задачи комиссии должен входить сбор и анализ данных о губительном воздействии ядерного конфликта на климат и биосферу, обмен этой информацией между советскими и американскими учеными, а также координация совместных исследований в этой области. К работам этой комиссии позднее могли бы присоединиться ученые и других стран. В одновременно опубликованном заявлении обоих сенаторов говорится, что Соединенные Штаты должны самым тщательным образом изучать явление "ядерной зимы" и в этой области им нечего скрывать от русских. США и СССР и ранее вели взаимовыгодный научный обмен; это совершенно необходимо сейчас, чтобы обе страны ясно сознавали, что поставлено на карту.

Несомненно, что основным побуждающим мотивом для внесения такого предложения стало появление все новых и новых научных публикаций о катастрофическом воздействии ядерной войны на природу и климат Земли. Отметим в этой связи и другой факт: приглашение советских ученых принять участие в "форуме Кеннеди—Хэтфилда", а затем и в работах совместной комиссии, предлагаемой Хэтфилдом и Проксмайром, свидетельствует о признании видными политическими деятелями США значительного вклада советских ученых в разработку этой проблемы. Об этом не стоило бы говорить особо, если бы в некоторых буржуазных органах печати время от времени не появлялись бы неуклюжие и, разумеется, бездоказательные утверждения о якобы "незначительной роли советских ученых в решении этой сложной научной проблемы". Факты опровергают подобные инсинуации.

Действительно, задача предотвращения угрозы, какой еще не знал мир, диктует необходимость, жизненную потребность в контактах, совместных



исследованиях, в координации поисков и совместных действий ученых всего мира.

Примером таких полезных совместных акций ученых может быть, в частности, состоявшийся в мае 1984 г. в Ленинграде международный семинар, организованный Научным комитетом по изучению проблем защиты окружающей среды (СКОПЕ). Темой семинара, собравшего видных специалистов из различных стран мира, стало продолжение обсуждения последствий долговременных глобальных воздействий ядерной войны на биосферу. Один из руководителей программы СКОПЕ профессор Томас Мэлоун (США) так оценил работу семинара: «Никто из моих коллег, участников программы СКОПЕ, не собирался и не собирается стать ядерным стратегом. Но нынешняя опасная тенденция в международных делах, когда раздаются „трезвые“ голоса о возможности продолжения жизни на Земле после ядерной войны, вынудили ученых взяться за расчеты и проверить „аргументы“ сторонников данной точки зрения. Наш общий вывод, как ни горько об этом говорить, таков: все существующие сценарии ядерной войны верны и правдоподобны; результаты научных исследований совершенно четко показывают: современная ядерная война была бы последней трагедией в истории человечества. И если удастся донести эту суровую правду до всех ныне живущих на Земле, то мы, ученые, надеемся, что это заставит человечество найти способ понять друг друга, заставит по-новому мыслить и, думая о прошлых ошибках, оберегать наше будущее... В вопросе оценки последствий ядерной катастрофы большинство моих коллег — будь то советские или американские ученые — едины» [13. С. 19].

Весьма знаменательна и оценка, данная видным английским ученым, президентом международного комитета СКОПЕ сэром Фредериком Уорнером: «Создание нашего Совета предопределено сегодняшней политической обстановкой, теми заявлениями некоторой части военных и политиков, которые утверждают, что последствия ядерной войны не были бы столь уж катастрофичными. Цивилизации на планете и всему роду человеческому, говорят они, не грозит опасность уничтожения. А все мрачные прогнозы не более чем риторика, преследующая единственную цель: напугать людей до смерти. Такие „оптимистические прогнозы“, чтобы быть принятыми всерьез, конечно же требуют глубокого научного анализа, ибо ставки ядерного века слишком велики. На всех своих встречах мы глубоко и всесторонне рассматриваем всевозможные сценарии и модели, те или иные ситуации, которые могут возникнуть в ходе ядерной войны. Иногда дело доходит до упреков, что этим ученые как бы дают шанс милитаристам, „подсказывают им, как надо вести войну“. Не скрою, все это нам глубоко неприятно, но мы вынуждены рассматривать все варианты, чтобы не оставить никаких аргументов у ядерных поджигателей. Мы должны сказать человечеству всю правду о последствиях ядерного конфликта, какой бы ужасной она ни была... Сегодня к нашим работам привлечено всеобщее внимание, от них ждут важных результатов, и я думаю, что эти исследования послужат делу мира» [13. С. 17].

В 1985 г. СКОПЕ резюмировал точку зрения международного авторского коллектива, выпустив двухтомное издание, посвященное оценкам климатических и экологических последствий ядерной войны [14].

Неизбежно возникает вопрос: как же все-таки могло случиться, что ученые просмотрели феномен "ядерной зимы" в 40–70-х годах, и есть ли гарантия, что теперь сумму наших знаний о последствиях ядерной войны можно считать окончательной?

На первый из этих вопросов я ответил бы так: исследованиям о последствиях ядерной войны везде уделялось недостаточное внимание. Здесь есть психологическая причина — никому из больших, настоящих ученых не хотелось думать о событиях, которые могут привести к концу цивилизации, растрачивать себя на безрадостные в научном отношении исследования. Это понятно. Но это все же, очевидно, крупная ошибка. Если нам важно точно знать, как миллиарды лет назад образовалась Вселенная и как через миллиарды лет погибнет наша Солнечная система, то, очевидно, тем более точно мы должны знать, как наша собственная, единственная в своем роде планета может погибнуть завтра. Мы должны знать, к чему может привести наше недомыслие, выраженное сегодня в гигантских затратах на военные нужды, в гигантских и все увеличивающихся запасах ядерного оружия, в его качественном совершенствовании, в работе над оружием для будущих войн.

Возможно, что есть и другие причины того, почему полная и детальная картина "ядерной зимы" была выявлена лишь за последние три-четыре года [15]. Новые выводы и оценки потребовали тесного сотрудничества и взаимопонимания специалистов различных областей науки — климатологов, физиков, математиков, биологов. Только при таком комплексном междисциплинарном подходе, ставшем характерным для научных исследований в последние годы, представилось возможным понять всю совокупность взаимосвязанных явлений, казавшихся ранее разрозненными фактами и событиями. Кроме того, феномен "ядерной зимы" относится к категории глобальных проблем, ставить, а тем более исследовать которые ученые научились лишь в последние годы.

Крупные научные открытия никогда не совершаются "на пустом месте", "из ничего". Я уже говорил, что объективно они подготовлены творческим процессом научного поиска, всем ходом развития наших познаний о закономерностях окружающего нас мира. Но кроме этого, всегда должен быть какой-то импульс, инициатор "цепной реакции" последующих научных результатов. В значительной мере такой импульс был дан учеными-медиками, когда в 1982 г. на конференции "Врачи мира — за предотвращение ядерной войны" они продемонстрировали количественные данные о долгосрочных медицинских последствиях ядерного взрыва. Другим важным толчком для развертывания всего комплекса исследований картины "ядерной зимы" явились получившие широкую известность работы Пауля Крутцена с соавторами по оценке масштабов пожаров, которые возникнут после ядерных взрывов [16].



Утверждают, что в истории человечества было несколько десятков тысяч различных войн. Человек не только пережил их, но продолжает пользоваться плодами социального, экономического и научно-технического прогресса. Нельзя, однако, забывать, что в прошлом были и такие войны, которые приводили к гибели целых наций, полностью разрушали инфраструктуру государств и т.д. Я бы назвал такие войны "войнами уничтожения". Во многих районах Земли археологи находят руины некогда процветавших городов, остатки ирригационных систем и т.д. Многие развалины несут на себе печать разрушительных войн, отшумевших тысячелетия назад.

Вернуть к жизни эти районы крайне сложно, даже при помощи современных технических средств и внушительных капиталовложений. Однако никак нельзя сравнить прошлые войны — даже последнюю, самую разрушительную вторую мировую войну — с возможной термоядерной войной, которая повлекла бы непосредственно гибель многих сотен миллионов людей и несметных миллионов еще потом из-за множества последующих поражающих факторов.

Известно, что единственной проверкой научных теорий и разработок является эксперимент, анализ реально наблюдаемых явлений. Разумеется, такая "проверка на практике" немыслима в случае прогнозов ученых, касающихся "ядерной ночи" и "ядерной зимы". Однако, например, тщательное изучение и анализ крупных природных катастроф, реально происходивших ранее и происходящих в наше время, оказывается чрезвычайно полезным [17]. Эта интереснейшая научная проблема подробно раскрывается в публикуемой в этой книге статье Г.С. Голицына и А.С. Гинзбурга. Отмечу, что выступления этих советских исследователей на многих международных конференциях, где они обсуждали с коллегами результаты своих наблюдений, неизменно вызывали большой интерес и высокую оценку.

Природными аналогами термоядерной катастрофы и последующими за ней изменениями климата и экологии Земли до некоторой степени могут быть крупные извержения вулканов. Например, во время извержения вулкана Кракатау (Индонезия, 1883 г.) в воздух было поднято около 10 млрд т пепла. Подсчитано, что суммарная энергия такого извержения составила около 1000 Мт. Однако аналогии здесь неполные, а масштабы реально наблюдаемых климатических и экологических изменений невелики по сравнению с потенциальной ядерной катастрофой. Дело в том, что существенно различны темпы энерговыделения [18]. Единица измерения времени вулканических явлений — дни, при ядерном взрыве сопоставимая энергия выделяется в ничтожные доли секунды. Кроме того, вулканическая пыль резко отличается по своим физическим характеристикам от аэрозоля, порождаемого при ядерном взрыве. Вулканическая пыль не представляет столь серьезной опасности для климата, как аэрозоль, выделяющийся во время ядерных пожаров.

Тем не менее весьма знаменательным теперь представляется тот факт, что после извержения вулкана Тамбора (Индонезия, август 1815 г.) распространение гигантского пылевого облака по всему земному шару приве-



ло к понижению средней температуры на Земле на  $1^{\circ}\text{C}$ . Следующий, 1816 год вошел в историю как "год без лета", когда в Северной Америке даже в июле и августе наблюдались морозы, резко понизились урожаи зерна. Предполагают, что именно необычно суровая погода 1816 г. была первопричиной пандемии холеры, которая к 1832 г. охватила весь мир [19].

Огненный шар ядерного взрыва сжигает или обугливает объекты, находящиеся на большом удалении от эпицентра. Около  $1/3$  общей энергии взрыва, произведенного на относительно небольшой высоте, выделяется в виде интенсивного светового импульса. Так, на расстоянии 10 км от эпицентра взрыва мощностью в 1 Мт яркость световой вспышки в течение одной-двух секунд в тысячи раз сильнее яркости солнца [9. Р. 82]. За этот короткий отрезок времени происходит возгорание бумаги, тканей (шторы, одежды) и другого легко воспламеняющегося материала. Человек при этом получает ожог кожи третьей степени.

Возникающие очаги пламени ("первичные пожары") частично гасятся мощной воздушной волной взрыва, однако разлетающиеся искры, горящие обломки, брызги горящих нефтепродуктов, короткие замыкания в электросети вызывают обширные "вторичные" пожары. Взрывная волна, нанося огромные разрушения сооружениям и коммуникациям, делает практически невозможной борьбу с огнем в этих условиях. Распространяющиеся таким образом пожары могут продолжаться в городах несколько дней.

Когда множество начавшихся независимо друг от друга очагов пламени объединяются в один мощный очаг, образуется так называемый "огненный смерч", способный уничтожить целый город (как это и случилось после бомбардировок американской авиацией Дрездена и Гамбурга в конце второй мировой войны).

Интенсивное выделение тепловой энергии в центре такого гигантского пожара поднимает вверх огромные массы воздуха, создавая в то же время ветры ураганной силы у поверхности земли, которые подают все новые порции кислорода к очагу пожара. Именно в результате "огненного смерча" дым, пыль и сажа, поднимающиеся вверх вплоть до стратосферы, образуют черную тучу, закрывающую солнечный свет.

Возникновение гигантских ядерных пожаров, выделяющих в атмосферу огромное количество аэрозоля и вызывающих "ядерную ночь", не учитывалось учеными при изучении последствий ядерных взрывов в течение 38 лет, т.е. с самого момента появления ядерного оружия. Авторитетные ученые, собравшиеся 1 ноября 1983 г. в Вашингтоне на международной конференции "Мир после ядерной войны", не нашли объяснения этому поразительному факту [9. Р. 101]. Как уже говорилось, впервые представление о чрезвычайной важности массовых ядерных пожаров для последующего каскада необратимых глобальных климатических и экологических изменений было высказано западногерманским ученым Паулем Крутценом в 1982 г. Будучи специалистом в области химии атмосферы, он начал свои исследования с анализа процесса образования в результате ядерного взрыва окислов азота

и их влияния на озонный слой стратосферы. Изучая поглощение солнечного света двуокисью азота, П. Крутцен и Дж. Биркс, по их собственным словам, совершенно неожиданно, чисто ассоциативно пришли к мысли, что частицы аэрозоля, выброшенного в атмосферу после ядерных пожаров, также будут поглощать и рассеивать солнечный свет, причем в гораздо большей степени. По свидетельству самих ученых, они были чрезвычайно удивлены тем, что не обнаружили в научной литературе никаких опубликованных работ по этому вопросу [9. Р. 84].

Начиная с 1982 г. все большее число исследователей — прежде всего в СССР и США — начали изучать эту проблему. Оказалось, что особенно важное значение для степени затемнения поверхности земли имеет соотношение размера аэрозольных частиц и длины волны солнечного света, физико-химические характеристики аэрозоля, скорость его коагуляции (укрупнение частиц) и т.д. Сейчас в математических моделях последствий ядерного конфликта образование черного облака, закрывающего солнце, принимается как непреложное начальное условие, исходная точка для всех дальнейших расчетов. Следует сразу же уточнить, что при этом ученые оценивали воздействие и других факторов (например, увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере и др.), но именно пожары оказались из них наиболее важным, решающим.

Трагический опыт Хиросимы и Нагасаки, казалось бы, изучен досконально. Почему же "ядерный пожар" Хиросимы и Нагасаки оказался вне поля зрения ученых? Только недавно обратили внимание на тот факт, что при обычных, неатомных бомбардировках американской авиацией Гамбурга, Дрездена и Токио погибло не меньше, если не больше жителей этих городов, чем при атомных бомбардировках Хиросимы и Нагасаки. Именно "огненные смерчи" в густо застроенных районах этих городов, насыщенных горючим материалом, явились причиной массовой гибели жителей.

Припоминая трагедию Хиросимы и Нагасаки, следует все же признать, что, как бы ни велики были разрушения в этих городах, в глобальном масштабе все же это были локальные взрывы "местного значения". Кроме того, бомбы, сброшенные на Хиросиму и Нагасаки, были **атомными** бомбами, хотя они в тысячу раз по мощности превышали самые крупные фугасные бомбы, использованные во второй мировой войне. Нынешняя же **термоядерная** бомба в тысячи раз мощнее атомной, взорванной в Хиросиме.

В свете этих новых представлений естественно возникает необходимость оценки количества горючего материала, имеющегося сегодня в крупных промышленных центрах. Сейчас во всем мире за год добывается в десятки раз больше нефти, чем в 1944 г. Во много раз увеличилась добыча горючего газа, производство полимеров и других современных продуктов химической промышленности. Огромны запасы того, что может — и будет — гореть в случае войны: от лесов до бытовой химии, от жилищ до хранилищ топлива.

Современные крупные города являются первоочередными целями, утвержденными стратегическими планировщиками в "противопотенциаль-



ных" ядерных атаках, т.е. атаках промышленных объектов, составляющих важнейшую часть оборонного и экономического потенциала "противника".

Сейчас расчеты количеств аэрозоля, образующегося после ядерных "пожаров цивилизации", сделаны исходя из уже указанной выше средней величины 4 г горючего материала на 1 см<sup>2</sup> поверхности, хотя в ряде крупных современных городов, таких, как Нью-Йорк или Лондон, эта величина достигает 40 г/см<sup>2</sup> [9. Р. 86]. По самым осторожным подсчетам, при ядерном конфликте (согласно среднему, так называемому базовому сценарию) образуется около 200 млн т аэрозоля, 30% которого составляет сильно поглощающий солнечный свет элементарный углерод [20]. Обширный район между 30 и 60° с.ш. при пожарах и выделении аэрозоля в количествах, указанных выше, будет практически полностью лишен солнечного света.

Проиллюстрируем на конкретном примере тесную взаимосвязь и взаимозависимость между такими двумя явлениями, как "ядерная ночь" и "ядерная зима". Модель, разработанная доктором Стефеном Шнайдером в Национальном центре атмосферных исследований в Колорадо, показывает, что если ядерный конфликт разразится в середине июля, то уже через два дня после начала "ядерной ночи" на большей части территории Соединенных Штатов температура воздуха летом понизится до 0°С или ниже.

Напомним, что температурный интервал между обычными дневными и ночными температурами (перепад температур) составляет от 5 до 20°. Таким образом, только первые двое суток "ядерной ночи" примерно эквивалентны четырем непрерывным ночным периодам. Разумеется, сложные многофакторные модели выходят далеко за пределы таких простых аналогий.

Феномен "ядерной ночи" можно считать неоспоримо доказанным. Особо подчеркнем, что ученые в своих расчетах исходили далеко не из самых неблагоприятных сценариев загрязнения атмосферы. Но даже в этом случае полученные результаты во много раз усугубляют все самые мрачные сделанные до сих пор прогнозы долговременных вторичных последствий ядерных взрывов. Это утверждение относится и к последствиям, вызываемым ионизирующими излучениями (см. статью А.А. Баева, Н.П. Бочкова и В.И. Иванова в этой книге). Строго говоря, величина этих излучений не зависит напрямую от характеристик "ядерной зимы", однако в данном случае речь идет о совместном, взаимно увеличивающем друг друга ("синергетическом") воздействии "радиация плюс мрак" и "радиация плюс холод" и т.д. Фактически "ядерная ночь" — лишь первое звено в длинной цепи последующих катастрофических глобальных изменений биосферы. Об этом подробнее говорится в статьях советских ученых, помещенных в первой части настоящей книги.

У любого человека, знакомого с историей создания и развития ядерного оружия, может возникнуть вопрос: известно, что до 1963 г., до подписания Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах, было проведено несколько сотен испытаний ядерного оружия, общий мегатон-



наж которого намного превысил определяемый сейчас учеными "ядерный порог" — 100 Мт. Известно, что самое крупное из испытанных ядерных устройств имело единичную мощность 58 Мт. И тем не менее предсказываемых ныне катастрофических климатических эффектов не наблюдалось. Этот аргумент, как указание на фундаментальную ошибку в рассуждениях, дискредитирующую все последующие расчеты, уже сейчас выдвигается теми, кто по различным причинам просто не желает воспринимать очевидные факты и верить результатам, полученным учеными.

Дело в том, что проведенные испытания, во-первых, являлись изолированными, одиночными взрывами, в то время как наиболее "мягкий" (100 Мт) сценарий ядерного конфликта, ведущий к возникновению "ядерной ночи", предусматривает практически одновременный ядерный удар по многим индустриальным центрам, крупным городам. Во-вторых, запрещенные ныне испытания проводились таким образом, чтобы при этом не возникало больших пожаров. Новые расчеты в первую очередь отличаются тем, что учитывают интенсивное загрязнение атмосферы в результате обширных "пожаров цивилизации".

В настоящее время имеется несколько моделей различной степени сложности для расчета изменений климата Земли в результате термоядерного конфликта. Одной из наиболее совершенных, как уже говорилось, является трехмерная гидродинамическая модель, реализованная советскими учеными, сотрудниками Вычислительного центра АН СССР В.В. Александровым и Г.Л. Стенчиковым. Эти расчеты дают географическое распределение всех метеорологических характеристик в зависимости от времени, прошедшего с момента ядерного конфликта, что делает результаты моделирования чрезвычайно наглядными, реально ощущаемыми. В публикуемой в книге статье Г.Л. Стенчикова оценены эффекты, связанные с распространением аэрозольей, исследована чувствительность параметров "ядерной зимы" на примере недавно опубликованного базового сценария с суммарной мощностью 6500 Мт [21]. При этом автором исследовалась зависимость характеристик "ядерной зимы" как от начальной географии возникающих пожаров, так и от высоты задымления при различных типах сажевого облака. Автор приводит расчеты также и для двух предельных сценариев ядерной войны, взятых из работы группы К. Сагана, а именно: сценарии, характеризующиеся суммарной мощностью взрывов в 10 000 Мт ("жесткий" сценарий) и 100 Мт ("мягкий" сценарий).

Остановимся на этих цифрах: 10 000 Мт и 100 Мт. В первом случае — это "утилизация" примерно двух третей имеющегося сейчас суммарного потенциала ядерных держав. Это так называемая всеобщая ядерная война, первичные, немедленные последствия которой характеризуются огромными масштабами гибели и разрушений. Но что такое 100 Мт? Это менее одного процента имеющегося сейчас в мире ядерного арсенала! Правда, с другой стороны, 100 Мт — это 8200 Хиросим! И все-таки это считается "мягким" сценарием, потому что "жесткий" сценарий — это почти миллион Хиросим.

Суммарный арсенал "доставляемого до цели" ядерного оружия США и СССР по подсчетам экспертов составлял в 1983 г. около 19 000 боеголовок на стратегических носителях общей мощностью примерно 10 000 Мт [9. Р. 76]. Термин "доставляемый до цели" подразумевает, что именно такое количество боезарядов США и СССР может быть доставлено до намеченных целей баллистическими ракетами и стратегическими бомбардировщиками за один раз; в данном случае не принимается во внимание вторичный запуск, второй и последующие вылеты бомбардировщиков и т.д. Хотя общий ядерный арсенал (с тактическим ядерным оружием, запасом боезарядов и т.п.) составляет примерно 50 000 боеголовок и около 15 000 Мт, именно цифра 10 000 Мт принимается в расчетах ученых как суммарная мощность боезарядов в "жестком" варианте возможного ядерного конфликта.

Отметим, что хотя ядерные арсеналы трех других ядерных держав — Англии, Франции и КНР — относительно невелики, однако их мощность все же гораздо больше "ядерного порога" в 100 Мт, т.е. мегатоннажа "мягкого" сценария, после которого, как показывают расчеты, следуют катастрофические климатические и биологические последствия — "ядерная ночь" и "ядерная зима". Теоретически, казалось бы, возможен и сценарий ядерного конфликта, мощность которого не превышает "ядерного порога" 100 Мт. В советских официальных заявлениях и в работах ученых неоднократно была показана несостоятельность таких теорий. В выступлениях на Всесоюзной конференции ученых в Москве в мае 1983 г. была показана ошибочность и порочность тезиса о возможности "ограниченной" ядерной войны [22]. Было подчеркнуто, что в современных условиях, при наличии у обеих сторон многих тысяч ядерных зарядов, ограниченная война невозможна. Если ядерная война разгорится, она неминуемо станет всеобщей со всеми вытекающими отсюда последствиями. Теория "ограниченной" ядерной войны исходит из ложного понимания существа дела и из стремления сделать саму идею ядерной войны приемлемой для общественного мнения, внушить людям, будто бы ядерный конфликт можно вести по каким-то заранее разработанным "правилам".

Говоря о возможности "ограниченной", "контролируемой" ядерной войны, ее авторы просто-напросто обманывают народы и заведомо искажают реалии сегодняшнего ядерного века. Интересно в этой связи привести соображения авторитетного специалиста, сотрудника Центра стратегических и оборонных исследований Австралийского национального университета Д. Болла [23]. На основании изучения доступных ему военно-стратегических планов США Д. Болл публично заявил, что ограниченная ядерная война между СССР и США нереалистична хотя бы уже вследствие неизбежного вывода из строя на первой же стадии конфликта центров управления, коммуникаций и контроля. В сообщении Д. Болла приводится и факт, имеющий определенный оттенок "черного юмора": как выяснилось, стратегическое командование вооруженных сил США чрезвычайно заинтересовалось данными ученых о рассчитанных количествах аэрозоля, выбрасываемо-



го в атмосферу как следствие ядерных взрывов. Оказалось, что количество и свойства аэрозоля волнуют их лишь постольку, поскольку это оказывает воздействие... на системы высокочастотных коммуникаций и эффективность работы двигателей бомбардировщиков и в особенности крылатых ракет "Крузи"!

Итак, главным климатическим эффектом ядерной войны, независимо от ее сценария, будет резкое, исключительно сильное и длительное охлаждение воздуха над континентами — "ядерная зима". Иными словами, все то живое, что не сгорит во время ядерных пожаров, вымерзнет. При внезапном и глубоком охлаждении погибнут леса средних широт. Для растительного мира тропиков и субтропиков это будет почти мгновенная смерть, ибо тропические леса способны существовать лишь в очень узком диапазоне температур и освещенности.

"Ядерная зима" повлечет за собой лавину губительных последствий. Возникнут существенные температурные контрасты между сушей и Мировым океаном, поскольку океан обладает огромной термической инерцией и воздух над ним практически не будет охлаждаться. С другой стороны, изменения в атмосфере подавят "гидрологический цикл" (т.е. режим испарений влаги и выпадения осадков, так называемый круговорот воды в природе), и над погруженными в ночь, скованными холодом континентами разразятся жестокие засухи.

Ядерная война, несомненно, вызовет почти полное разрушение существующих ныне экологических систем, и в частности агроэкосистем, столь важных для поддержания нормальной жизнедеятельности человека. Ю.М. Свирежев следующим образом формулирует основные последствия ядерной войны, приводящие к деградации экосистем [24]: "радиационный шок", пожары; "ядерная зима"; радиоактивное заражение почвы и воды; выпадение большого количества "кислых дождей"; увеличение ультрафиолетовой (УФ) радиации после окончания "ядерной зимы".

Каждый из этих факторов, взятый в отдельности, в большей или меньшей степени является крайне разрушительным для экосистем. Но хуже всего то, что после ядерного конфликта экосистемы будут испытывать синергетическое (т.е. не просто совместное, одновременное, но взаимно усиливающее друг друга) воздействие всех или нескольких из этих факторов.

Индивидуальное же влияние каждого из указанных факторов можно представить уже и сейчас. Так, "радиационного шока", когда в ряде районов уровень ионизирующей радиации возрастет — причем резко! — до величины порядка 500—1000 рад, будет достаточно для гибели большинства млекопитающих и птиц, а также для серьезного лучевого поражения хвойных деревьев. Гигантские пожары уничтожат большую часть лесов, степей, сельскохозяйственных растений. Во время ядерных взрывов произойдет выброс в атмосферу большого количества окислов азота и серы. Они выпадут на землю в виде "кислых дождей", вредное воздействие которых на почву и водоемы сейчас хорошо изучено.

Очень опасно для агроэкосистем увеличение доз УФ-радиации после

окончания "ядерной зимы". Во время ядерного конфликта озонный слой в атмосфере, защищающий поверхность Земли от вредного избыточного УФ-излучения Солнца, будет значительно поврежден. Для его восстановления потребуется несколько лет.

Однако повторяем, что основную опасность представляет именно синергетическое воздействие. Например, совместное взаимоусиливающее действие УФ-радиации и радиационного заражения будет особенно губительно для растений и животных. Исследователи этой проблемы пришли к выводу, что даже самые "оптимистические" сценарии последствий ядерного конфликта — если можно вообще говорить о каком-либо оптимизме в данной ситуации — неизбежно приводят к глобальному экологическому кризису.

Здесь приведены лишь некоторые примеры развития и расширения научных исследований долговременных воздействий ядерной войны на биосферу и человека. Крупные работы в этом направлении ведутся учеными — медиками, физиками, биологами. Все полученные результаты лишь подтверждают ранее сделанные крайне неблагоприятные прогнозы, в результате чего они становятся еще более точными и более убедительными.

Вопрос о степени достоверности и точности результатов — с чисто научной точки зрения — чрезвычайно важный вопрос. В исследованиях, ведущихся сейчас учеными во многих странах, постоянно уточняются параметры моделирования и совершенствуется методика расчетов согласно тем или иным сценариям ядерного конфликта. Однако та критическая точка, после которой начинаются необратимые катастрофические изменения биосферы и климата Земли, уже определена: "ядерный порог", как говорилось выше, имеет очень малую величину — порядка 100 Мт.

Комментируя этот вывод, С.П. Капица образно заметил, что уточнение параметров "ядерной зимы", как уже сейчас ясно, идет за пределами ядерного порога, за пределами уровня выживания биосферы и необратимых изменений климата. Это аналогично "выяснению" того, сколько раз — три или семь — убили некоего человека; избить его можно много раз, а убить только один. Это и есть в данном случае "порог жизни и смерти" человека; то, что за пределами "порога", уже далеко не столь существенно.

Возникновение огромного количества окислов азота при ядерных взрывах вызовет разрушение озонного слоя атмосферы, защищающего все живое на Земле от ультрафиолетовой радиации. Об этом говорится в публикуемой ниже статье Ю.А. Израэля. При ядерных взрывах мощностью в несколько тысяч мегатонн может быть устойчиво разрушена — и возможно на годы — примерно половина общего количества озона земной атмосферы.

Увеличение потока УФ-излучения будет носить глобальный характер. В этом смысле Мировой океан более уязвим, чем какая-либо другая часть биосферы. Погибнет большинство одноклеточных организмов — основа пищевой цепи в фауне моря. Разрушение первого звена повлечет за со-



бой деградацию всех организмов, стоящих далее по цепи. Растительный мир также станет беззащитной мишенью: ультрафиолет разрушает молекулы ДНК, регулирующий процесс воспроизведения.

В любом случае в результате ядерного конфликта функционирование биосферы будет резко нарушено. Биосфера действует как отлаженный единый планетарный механизм, где в первой стадии происходит поглощение растениями солнечной энергии, углекислоты, воды и минеральных веществ; вторая стадия — многократная трансформация и утилизация органических веществ, образовавшихся в виде биомассы, животными и микробами; третья стадия — распад органических веществ до исходных минеральных продуктов с помощью микроорганизмов-минерализаторов. Динамическое равновесие всех этих процессов в масштабах планеты определяет как само существование жизни на ней в течение определенного геологического периода, так и направление биохимических процессов в твердых породах, воде и атмосфере планеты. Колоссальные выделения тепловой энергии, углекислоты, аэрозолей в результате ядерного конфликта явятся мощными факторами "возмущения системы", нарушающими веками сложившееся динамическое равновесие. В тропических зонах это равновесное состояние особенно лабильно, легко ранимо; равновесие здесь очень легко нарушить, например, резким падением температуры, которое принесет с собой "ядерная зима".

Мнение биологов и медиков о ядерной войне совершенно определено: она недопустима и безнравственна, поскольку она является глобальной угрозой самого бессмертия человечества.

Здесь мы не затрагиваем психологические последствия ядерной войны, а они могут быть ужасающими. Вот как оценивает их авторитетный специалист в области физиологии мозга, член КСУ академик Н.П. Бехтерева: "Возможно, что после ядерного конфликта кто-то и останется в живых. Но в то же время после ядерной катастрофы совершенно определено не сохранится ни социальной структуры, ни систем жизнеобеспечения и здравоохранения. И вот тогда, когда будут потеряны все моральные ценности, когда больным и гибнущим не будет оказываться никакой помощи, — тогда мир станет очень страшным. И как профессионал, как специалист в этой области науки, я могу сказать — человеческий мозг не выдержит этого ужаса, он перестанет служить человеку так, как он служит сейчас".

Бесценный дар адаптации, столько раз выручавший человечество в самых невероятных, казалось бы, ситуациях, — не станет ли он тем спасательным якорем, благодаря которому люди смогут приспособиться к новой "экологии"? Ученые сомневаются в этом. При внезапном "зашкаливании" всех параметров окружающей среды возможность адаптации резко уменьшается. Рассчитывать в этой ситуации на какое-то обновление человеческого рода, на новый виток эволюции было бы наивно. На фоне разрушенной экологии, экстремальных условий жизни, генетических мутаций и т.д. небольшим сообществам выживших вряд ли удастся

адаптироваться настолько, чтобы продолжить род человеческий на Земле.

Среди различных направлений исследований я хотел бы выделить одно достаточно самостоятельное и очень важное, а именно освещение проблемы "Глобальные последствия ядерной войны и развивающиеся страны".

Все существующие сценарии ядерной войны, естественно, развертываются в Северном полушарии. Для малоискушенных людей это оставляет надежду на то, что вторая половина Земли может в какой-то мере стать убежищем для выживших. Это надежда иллюзорна. По мнению советских исследователей, здесь нет неопределенности. Сейчас воздушные массы Северного и Южного полушарий почти не смешиваются друг с другом. Загрязнение атмосферы Северного полушария в результате взрывов и возникшие температурные контрасты снесут невидимую "стену", разделяющую воздух обоих полушарий. Циркуляция воздушных масс в корне изменится. Вследствие неравномерного нагрева воздушных масс над различными полушариями облака пыли и сажи двинутся в Южное полушарие, и вслед за ними на юг будет перемещаться и "ядерная зима". Этот факт хорошо подтверждается последними результатами, полученными в Вычислительном центре АН СССР. Таким образом, на Земле не останется региона, не затронутого катастрофой.

Изучение модели глобальных долговременных воздействий ядерной войны на атмосферу и климат Земли не оставляет надежд и иллюзий на благополучное "послевоенное" будущее даже для стран, весьма отдаленных от наиболее вероятных районов ядерного конфликта. Планета Земля — космический "корабль" во Вселенной — оказалась очень мала и слишком хрупка для потрясений такого масштаба, как ядерная война, даже "ограниченная", мощностью 100 Мт. Это было подтверждено, в частности, в итоговом документе, принятом 24 января 1984 г. на организованной Папской Академией наук в Ватикане Международной конференции ученых, изучающих воздействие ядерной войны на атмосферу и климат Земли.

«Расчеты показывают, — говорится в итоговом документе, — что пыль и дым распространятся на тропики и большую часть Южного полушария. Таким образом, даже невоюющие страны, включая находящиеся вдалеке от района конфликта, будут испытывать его губительное воздействие. Индия, Бразилия, Нигерия или Индонезия могут быть разрушены в результате ядерной войны, несмотря на то что на их территории не разорвется ни одна боеголовка ... "Ядерная зима" означает существенное усиление масштабов страданий для человечества, включая нации и регионы, не вовлеченные непосредственно в ядерную войну ... Ядерная война вызовет разрушение жизни на Земле, катастрофу, беспрецедентную в человеческой истории, и явится угрозой самому существованию человечества».

Под этим документом стоят подписи таких известных ученых, как Чарльз Таунс, Карл Саган, Виктор Вайскопф (США), Пауль Крутцен (ФРГ), Карлос Чагас (Бразилия) и др. (см. с. 182).



На этой и на других международных встречах ученых еще раз были подтверждены принципиальные положения, содержащиеся в тексте Декларации, которую в сентябре 1982 г. подписали там же, в Ватикане, представители 36 академий наук различных стран мира, в том числе руководители национальных академий наук четырех ядерных держав — США, СССР, Англии и Франции. Исходя из убеждения, что ядерное оружие не может являться ни инструментом политики, ни инструментом войны, авторы Декларации заявили:

- любое применение ядерного оружия явилось бы тягчайшим преступлением против человечества;

- государства должны отказаться от применения ядерного оружия первыми;

- единственно разумный путь — уничтожение ядерного оружия, т.е. путь ядерного разоружения, сколь бы сложной ни была эта задача.

На это должны быть направлены усилия всех государств, всех народов мира, включая, конечно, и народы Африки, Азии и Латинской Америки. "Атмосферная бомба" — глобальное оружие, не признающее государственных границ или географических регионов.

Это уже неоспоримый факт: ядерное оружие развивающимся странам угрожает сегодня не в меньшей степени, чем развитым. Во-первых, потому, что оно прямо направлено на них. История в этом смысле предостерегает со всей серьезностью: подавляющее большинство случаев, когда США рассматривали возможность применения своего ядерного оружия, было связано с событиями в зоне развивающихся стран. Изменилась ли ситуация в наши дни? Есть явные признаки того, что использование такого оружия, как нейтронная бомба, как малое тактическое оружие третьего поколения планируется Соединенными Штатами именно в зоне стран развивающихся. Расчет здесь достаточно простой: сохранить инфраструктуру и уничтожить большие массы людей. Но, даже не будучи направлено непосредственно против развивающихся стран — в случае ядерного конфликта в Северном полушарии, — ядерное оружие будет применено против них. "Ядерная зима", которая не замкнется в одном регионе и даже одном полушарии, наиболее тяжело, необратимо ударит по многим десяткам государств Азии, Африки, Латинской Америки. Таков вывод, сделанный в публикуемой ниже статье Анат.А. Громыко.

Даже если предположить, что ядерная война не будет столь катастрофична в физическом и биологическом смысле для развивающихся стран, не принимающих участия в ядерном конфликте, то тем не менее экономические и социальные ее последствия в Северном полушарии будут для них в равной степени губительны.

Экономика каждой развивающейся страны функционирует сейчас как составная часть мирового хозяйства, и поэтому ее зависимость от глобальных факторов социально-экономического порядка исключительно велика. Судьба этих стран неотделима от судьбы этой системы. Так, например, в странах Африки обеспечение населения продовольствием не-

возможно без значительного экспорта продовольственных товаров из развитых стран. Значение других внешнеэкономических связей тех же африканских стран с развитыми странами, по-видимому, будет возрастать и в дальнейшем. Поэтому потеря этих связей в случае ядерной войны в Северном полушарии была бы катастрофой для экономики развивающихся стран.

Не менее опасным последствием была бы паника, дезорганизация жизни в городах, развал всех сложившихся устоев власти. Люди, гонимые голодом и страхом, вышедшие из повиновения, в несколько дней превратили бы города из центров цивилизации и культуры в центры грабежа, беспорядков, хаоса и эпидемий. Наступила бы массовая гибель людей. Таким образом, во всех отношениях — как в климатическом, экологическом, так и социально-экономическом — ядерная война оказалась бы величайшей катастрофой и для развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки.

Как видно из перечисленных аспектов, изучение последствий ядерного конфликта является непростой научной задачей. Пытаясь оценить весь спектр последствий в их взаимосвязи, ученые перед началом исследований сталкиваются с ситуацией почти полной неопределенности, ибо не просто смоделировать возможные формы взаимодействия даже тех последствий, которые уже известны.

Сама постановка такой задачи и ее успешное решение, важные результаты исследований, поддержанные и апробированные другими научными коллективами, еще раз свидетельствуют о высоком качественном уровне советской науки сегодня. С чисто "академической" точки зрения, моделирование и обоснование в теоретическом плане последствий ядерной катастрофы есть научное достижение выдающегося значения и мирового класса. Эти работы, безусловно, будут продолжены и расширены в дальнейшем.

В моральном плане это тяжелая задача: познать то, что не должно произойти никогда. Именно поэтому ученые должны сделать все, чтобы человечеству никогда не пришлось узнать, насколько они были правы. Всеобъемлющее обсуждение катастрофических последствий ядерной войны по своей значимости переросло рамки чисто научной тематики. Очень многие ученые уже хорошо осознали, что у них есть общий враг, с которым нужно вести непримиримую борьбу, — это ядерное оружие и опасность ядерной катастрофы.

Политическое значение полученных учеными результатов исследования феномена "ядерной зимы" трудно переоценить. Вместе с другими учеными, входившими в группу экспертов советской делегации, я был свидетелем проходившей в Женеве в ноябре 1985 г. встречи на высшем уровне, в ходе которой было, в частности, подтверждено, что ядерная война никогда не должна быть развязана и в ней не может быть победителей. На пресс-конференциях, которые проводили, в частности, представители нашего Комитета, мы подробно знакомили присутствующих с книгой "Ночь



после ... Ученые предупреждают" [25], а также с докладом, подготовленным нашим Комитетом специально к началу женевской встречи, "Ударные космические вооружения и международная безопасность" [26]. Положительную реакцию на эти научные исследования и очевидное внимание к ним со стороны прессы, ученых, общественных и политических деятелей можно рассматривать как свидетельство того, что членами и экспертами Комитета проделана большая и полезная работа.

В Женеве руководители СССР и США согласились и официально заявили о том, что ядерная война никогда не должна быть развязана, что в ней не может быть победителей. Признавая, что любой конфликт между СССР и США мог бы иметь катастрофические последствия, они подчеркнули важность предотвращения любой войны между ними — ядерной или обычной. Все это — положения и заключения огромной политической важности. И конечно, нам доставляет большое удовлетворение осознание того, что существенную роль в выработке и принятии такого решения сыграли исследования ученых, в том числе и сформировавшаяся в ее нынешнем виде концепция "ядерной зимы", наиболее полно и убедительно раскрывающая глобальные масштабы катастрофических долгосрочных последствий ядерной войны.

Выступая перед журналистами в пресс-центре XXVII съезда КПСС с рассказом о книге "Ночь после ..." [27, 28], я подчеркивал, что она основана на большом фактическом материале исследований советских ученых. Полученные ими результаты полностью опровергают заявления некоторых западных политиков как о неизбежности ядерной войны, так и о возможности вести ее. Главный вывод этой книги однозначен: защиты от ядерного оружия нет, и единственный путь сохранения мира — уничтожение ядерного оружия. Содержащиеся в книге результаты исследований являются еще одним научным обоснованием назревшей необходимости полной ликвидации ядерного оружия до 2000 г., как это было предложено в заявлении М.С. Горбачева от 15 января 1986 г., в контексте которого советской стороной в ходе встречи на высшем уровне в Рейкьявике был выдвинут пакет конкретных крупных мер.

Небезынтересно привести здесь оценку разработки учеными концепции "ядерной зимы", данную видным американским климатологом профессором Томасом Мэлоуном: "Вполне вероятно, что спустя годы это будет — и вполне справедливо — оценено как поворотный пункт в деятельности человечества" [9. Р. 150]. Теперь важно, чтобы все люди Земли трезво сознавали, что ядерный конфликт будет глобальным по своим разрушительным гибельным последствиям и затронет все без исключения районы мира, практически уничтожив все живое на планете. Это прежде всего должны твердо усвоить те, кто определяет и планирует агрессивную политику.

Что же касается Советского Союза, то он — как неоднократно отмечалось в заявлениях руководства страны — безоговорочно придерживается точки зрения: ядерной войны нельзя допустить ни в какой форме.

"Курс мира и разоружения был и будет стержнем внешней политики КПСС и Советского государства. Активно проводя его, Советский Союз готов к широкому взаимодействию со всеми, кто выступает с позиций разума, доброй воли, сознания ответственности за обеспечение будущего человечества — без войны, без оружия" [1].

В прошлом, даже в первые десятилетия ядерно-космической эпохи, когда в международных отношениях доминировал принцип военно-силового подхода, понятие национальной безопасности связывалось с количественным накоплением оружия и его качественным совершенствованием [7]. Гонку вооружений, конечно, рассматривали как зло, но зло неизбежное, вытекающее из существовавших международных противоречий. Ныне же продолжение гонки вооружений, прежде всего ядерных, ухудшая обстановку в мире в целом, одновременно угрожает и национальной безопасности. Этот феномен называют "парадоксом ядерного века". Количественное увеличение и качественное совершенствование ядерного оружия постоянно повышает опасность того, что либо в силу военно-политического просчета, авантюристических милитаристских устремлений, либо же просто из-за каких-либо технических неполадок в новейших системах это ядерное оружие может быть пущено в ход. Новейшие исследования ученых, приведшие к разработке концепции "ядерной зимы", в еще большей степени должны убедить всех, что военно-силовой подход абсолютно неприемлем для решения политических проблем. Необходимо осознать, что современное оружие массового уничтожения есть оружие самоубийства, а не "более эффективное средство ведения военных действий". Всем народам и странам необходимо объединиться и совместно решить проблему категорического отказа от подобного типа оружия [29].

Конечно, это не легкий путь. Но необходимо как можно скорее начать двигаться в правильном направлении. Апрельский 1985 г. Пленум ЦК КПСС стал знаменательной вехой на этом пути. Последующий после него период прошел под знаком многочисленных мирных инициатив Советского Союза на международной арене, преследующих одну цель: перевести ведущиеся разговоры о мире в плоскость практических шагов и конкретных действий, которые привели бы в результате к подлинному прекращению гонки вооружений на Земле и недопущению ее в космос.

Опубликованное 15 января 1986 г. Заявление Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева фактически явилось началом качественно нового этапа в борьбе Советского Союза, всех миролюбивых сил во всем мире за мир, разоружение и предотвращение ядерной угрозы. Знаменательно, что 1986 год, объявленный ООН Международным годом мира, начался с предлагаемой нашей страной программы освобождения человечества от страха уничтожения в огне ядерного пожара.

На протяжении фактически всей послевоенной истории мира Советский Союз неизменно выступал с мирными инициативами, с предложениями, направленными на достижение той же цели. Отличительная осо-



бенность данной программы заключается в том, что она конкретна, детально разработана, всеобъемлюща, рассчитана на вполне определенный, притом исторически короткий срок.

На ее основе, как известно, Советский Союз представил в Рейкьявике целостный пакет кардинальных предложений, который предполагал сохранение в неприкосновенности и укрепление режима строгих ограничений на системы противоракетной обороны и запрещение ударных космических вооружений, что рассматривается в качестве важнейших условий, при которых возможно сокращение, а в дальнейшем и полная ликвидация стратегических наступательных вооружений и уничтожение ракет средней дальности в Европе.

Реализация новых компромиссных советских предложений при соблюдении сторонами взаимного обязательства не использовать права выхода из Договора по ПРО по меньшей мере в течение десяти лет могла бы стать важнейшей вехой на пути полного избавления мира от ядерного оружия к 2000 году.

В новой редакции Программы КПСС, принятой XXVII съездом партии, говорится, что нет такого оружия, которое Советский Союз не был бы готов ограничить или запретить на взаимной основе с применением действенного контроля.

Одновременно СССР заявляет, что он готов договариваться и о любых мерах контроля, что лишает противников разоружения последних контраргументов, а точнее, псевдоаргументации, направленной на обоснование — в очередной раз! — неприятия четких и ясных советских предложений. Трудно переоценить значение смелой акции Советского Союза, который в день 40-летия трагедии Хиросимы, 6 августа 1985 г., ввел в действие односторонний мораторий на любые ядерные взрывы и трижды продлял его на протяжении полутора лет. При этом СССР шел на серьезные издержки в плане собственной безопасности. Однако в США за это время не только не наметилось никаких признаков готовности последовать примеру СССР, но и было проведено более двадцати испытаний ядерного оружия.

Своеобразие текущего момента в международных отношениях заключается в том, что от далеко не безупречной, но по крайней мере привычной "концепции устрашения" или "взаимного гарантированного уничтожения" сейчас необходимо перейти к осознанию "концепции выживания" как единственно возможной разумной альтернативы ядерной гибели человечества. Как отмечал в своем историческом Заявлении от 15 января 1986 г. М.С. Горбачев, "предлагаемый нами комплекс новых внешнеполитических инициатив рассчитан на то, чтобы человечество встречало 2000-й год под мирным небом и космосом, чтобы оно не знало страха перед ядерной, химической или любой другой угрозой уничтожения и было твердо уверено в собственном выживании и продолжении рода человеческого [1]".

Сегодняшняя ситуация в мире такова, что при определенном развитии событий, например в случае продолжения гонки ядерных и космических

вооружений, обе стороны проигрывают, а при другом, например при поэтапной ликвидации ядерных вооружений, выигрывают обе стороны. И США, и СССР стоят перед критическим выбором: или сосуществовать, или не существовать. В этом основной смысл концепции выживания, и хочется надеяться, что трезвый взгляд на реальное положение вещей возобладаст в правящих кругах Запада. Об этом со всей определенностью говорилось на заседании Политбюро по итогам встречи в Рейкьявике: "Было бы роковым шагом пройти мимо исторического шанса для кардинального решения проблем войны и мира. Нужно сделать все для того, чтобы этот шанс использовать. Это отвечает коренным интересам народов СССР и США, интересам всего человечества" [31]. Совершить важный шаг на пути к безъядерному миру особенно важно сейчас, когда человечество поставлено перед выбором между выживанием и угрозой уничтожения.

Сейчас исключительно важно добиться понимания всеми людьми критичности политической ситуации. При этом большая ответственность возлагается на средства массовой информации, которые должны максимально широко информировать как о принимаемых политических решениях, так и о разработках учеными проблем мира, разоружения и предотвращения ядерной угрозы.

К сожалению, на Западе продолжается антинаучная по характеру и бесчеловечная по целям милитаристская, с одной стороны, а с другой — убаюкивающая, успокоительная пропагандистская обработка сотен миллионов граждан стран — членов НАТО, и прежде всего граждан самих Соединенных Штатов. Им пытаются внушить мысль о том, что ядерную войну можно пережить. Достаточно вспомнить высказывания помощника заместителя министра обороны США Джонса о возможности для американской экономики и социальной структуры восстановиться через 2—3 года после большого ядерного конфликта или отчет Администрации США по предотвращению природных катастроф, опубликованный в декабре 1983 г., из которого следует, что сельское хозяйство США якобы сможет пережить ядерную катастрофу и прокормит после нее оставшееся население. Все это не просто несерьезные, нелепые утверждения. Это преднамеренная анестезия сознания, попытка получать временную, частную выгоду в нынешней ситуации.

Прямо скажем — выводы ученых о возможности "ядерной ночи" и "ядерной зимы" безрадостны. Но о них должны знать все люди планеты. И здесь некоторые политики на Западе стремятся исказить истинную картину, фальсифицировать основные выводы и предостережения науки.

Известно, что обманывать людей можно разными способами. Первый из них, о чем мы только что говорили, — заверять их в том, что ядерная война, если и будет, то будет не такой уж страшной и разрушительной; ее, дескать, можно "пережить", довольно быстро восстановить не сильно разрушенное хозяйство и затем выбросить войну из памяти как кошмарный сон.



Второй способ — заверять, что найдена некая панацея, которая обеспечит стране 100%-ную защиту от ядерных ракет противника. Можно сказать, что и в том и в другом случае эти заверения не только ложные, антинаучные, но еще и провокационные, а потому крайне опасные.

Выдвигая "стратегическую оборонную инициативу" (СОИ), руководители нынешней администрации США исходили в значительной мере из того, что Америка должна искать некое одностороннее "техническое решение" проблемы. Создание космической противоракетной обороны (ПРО) — это то самое "идеальное техническое решение", в которое всегда верит именно тот, кто имеет наименьшую техническую грамотность.

Проблема предотвращения гонки вооружений в космосе не затрагивается в статьях, публикуемых в данной книге. Но это, безусловно, проблема чрезвычайной важности. Этот вопрос, в частности, рассматривается в докладе КСУ, помещенном в Приложении.

В самое последнее время делаются попытки злонамеренно и демагогически "взаимоувязать" две концепции — "звездных войн" и "ядерной зимы". Так, в появившемся в марте 1985 г. официальном докладе Пентагона делается весьма неохотное, но вынужденное признание того очевидного факта, что "ядерная зима" будет "весьма вероятным" последствием крупномасштабного ядерного конфликта. Однако "наиболее кардинальным" средством предотвращения "ядерной зимы", среди прочего, предлагается не сокращение вооружений и последующее уничтожение ядерного оружия, а... создание космической противоракетной обороны в соответствии с рейгановской "стратегической оборонной инициативой"! Даже одного этого факта достаточно для того, чтобы подробнее остановиться на проблеме создания космической ПРО, с тем чтобы читатель получил более четкое представление о позиции советских ученых в этом вопросе. К тому же изучение проблемы немилитаризации космического пространства является одним из основных направлений научных исследований, осуществляемых под эгидой Комитета советских ученых [26].

С момента печально известной речи Р. Рейгана, произнесенной 23 марта 1983 г., изначальная концепция СОИ претерпела весьма значительные метаморфозы. В настоящее время существует как бы целый "набор" различных вариантов СОИ — некая "религиозная мечта" — для самого Рейгана, мощное средство для подрыва и торпедирования политических переговоров — для Уайнбергера и Перла, эффективный способ (в сочетании со средствами упреждающего ядерного удара) и безнаказанной ядерной агрессии — для генерала Грэма и других пентагоновских "ястребов", неиссякаемый источник огромных барышей — для военно-промышленного комплекса, наконец-то найденный "верный путь для истощения и подрыва" советской экономики — для закоренелых антикоммунистов и т.д. Оценивая аргументацию, касающуюся планов "звездных войн", ведущие советские ученые совершенно определенно заявили, что "в ядерной войне эффективных оборонительных средств нет и создание их невоз-

можно". В этом документе подчеркивается, что «в реальности попытка создания так называемого "оборонительного оружия" против стратегических ядерных сил другой стороны, о чем заявляет президент США, неизбежно выльется в появление еще одного элемента, усиливающего американский потенциал "первого удара" ... Такое "оборонительное оружие" почти ничего не может дать стране, подвергшейся внезапному массированному нападению, поскольку оно явно неспособно защитить подавляющее большинство населения. Использование противоракетного оружия больше всего подходит именно для нападающей стороны, стремящейся уменьшить мощность ответного удара. Однако полностью предотвратить этот ответный удар оно тоже не может» (см. с. 178).

Сразу же после обнародования президентом Рейганом программы СОИ — другими словами, проекта "звездных войн" — ученые многих стран начали внимательно изучать различные — политические, физические, технические, юридические, военные-стратегические — аспекты этой идеи. Среди них были и американские организации ученых — Управление Конгресса США по оценке техники и технологии, Федерация американских ученых, "Союз обеспокоенных ученых" и др. [32].

Советские и американские ученые, независимо друг от друга изучившие содержание программы "звездных войн", пришли к единому мнению: планы создания непроницаемой ПРО с элементами космического базирования — иллюзия, которая не подтверждается никакими современными научными или техническими представлениями [33].

Один из весьма важных выводов, сделанных, в частности, в исследованиях Комитета советских ученых, состоит в том, что космические эшелоны противоракетной системы будут весьма уязвимы для различных средств противодействия — как активных, так и пассивных. Эффективная сеть таких средств может быть создана значительно быстрее и к тому же существенно дешевле самой противоракетной системы; по отношению к стоимости последней цена эффективной системы противодействия может составить несколько процентов. Это соотношение сохранится и при наращивании мощностей противоракетной системы и системы противодействия ей (см. Приложение). Как сказал М.С. Горбачев, «Советский Союз для восстановления равновесия будет вынужден повысить эффективность, точность, мощность своих вооружений с тем, чтобы нейтрализовать, если это потребуется, создаваемую американцами электронно-космическую машину "звездной войны"» [30].

Уязвимость космических эшелонов противоракетной системы особенно усиливает ее дестабилизирующее воздействие. Дело в том, что, не давая эффективной защиты от массированного первого удара (наносимого с одновременным использованием всех средств противодействия), такая система может создать опаснейшую иллюзию возможной защиты от ответного удара, при котором ослабленному уже противнику было бы труднее принять контрмеры против орбитальных боевых станций. В целом для нас вполне очевидно, что создание противоракетной системы США



ориентировано именно на обеспечение безнаказанного первого удара. Программа СОИ — это часть общего военного плана США, основанного на наступательной ядерной стратегии, в то время как советская позиция на этот счет проста и понятна: в космосе не должно быть оружия [34].

На пути создания широкомасштабной противоракетной системы лежат огромные технические сложности и фантастические затраты (до полутора-двух триллионов долларов). Известно высказывание заместителя министра обороны США Р. Делозра о том, что в процессе проведения соответствующих НИОКР придется решить по крайней мере восемь крупнейших научно-технических задач, каждая из которых не уступает Манхэттенскому проекту. Думается, что эта аналогия неверна. Дело в том, что, как, например, отмечено в докладе Управления научно-технических оценок Конгресса США, в данном случае американской науке и технике придется вести борьбу не только с законами природы, которые предсказуемы и постоянны, но и с умным и могущественным противником, который непредсказуемо может использовать те же законы природы.

Некоторые американцы, возможно, верят, что, размещая оружие в космическом пространстве, они могли бы достичь какого-то ощутимого стратегического преимущества перед Советским Союзом. Можно заверить их, что они ошибаются. Как уже много раз мы заявляли в прошлом, наша страна, основываясь на мощном научном, техническом и экономическом потенциале, вполне способна соответствующим образом ответить на это. Бесплезно надеяться, что ускорение гонки вооружений может подорвать советскую экономику: вся мировая послевоенная история подтверждает несостоятельность подобного представления.

В том, что сделанные советскими и американскими учеными выводы в оценке СОИ столь близко совпадают, нет ничего удивительного: в конце концов, законы физики одни и те же как в Советском Союзе, так и в Соединенных Штатах. Что же касается тех американцев, которые поверили в СОИ как в "панацею" от всех болезней ядерного века, то они, очевидно, оказались в плену обманчивых представлений, созданных фильмами типа "Звездные войны" и такого же рода телевизионными передачами. В этих произведениях "хорошие парни" и "плохие парни" стреляют друг в друга из индивидуальных лазерных пистолетов, как это бывало в голливудских вестернах в сценах перестрелки между ковбоями и индейцами; только те стреляли из винчестеров и шестизарядных кольтов.

Реалистическая оценка какой-либо, например, лазерной, техники, которая может быть разработана в предвидимом будущем, предполагает совершенно противоположную возможность. Сегодня, истратив полмиллиона долларов, можно купить мощный коммерческий лазер. Он будет потреблять около 200 кВт электроэнергии и потребует помещения размером в небольшой трейлер. Но если попробовать использовать этот лазер, скажем, для охоты на перепелов, то с уверенностью можно сказать — из этого ничего не выйдет.

Исследования, проведенные Управлением по оценке техники и тех-

нологии, показывают, что возможности существующих лазеров должны быть увеличены примерно в 10 млн раз, прежде чем они станут эффективным противоракетным оружием. Давайте представим, что подобная задача — только в "автомобильном варианте" — встала бы перед Генри Фордом и его последователями и они решили бы ее. Тогда сегодня мы имели бы автомобильный двигатель размером меньше, чем самая маленькая из существующих ныне батареек для ручных часов, который потреблял бы галлон бензина для того, чтобы 10 тыс. раз объехать вокруг земного шара.

Правда, не вся американская наука была мобилизована для решения проблемы сверхусовершенствования автомобильного двигателя. Но даже если бы это было так, был бы он тогда создан? Нет, данная проблема отличается тем, что имеет ограничения, связанные с физической природой вещей, законами природы, не зависящими от человеческой изобретательности.

В планах космической противоракетной обороны (ПРО) предусматривается создание специальных ракет-перехватчиков, расположенных на выведенных в космос специальных платформах. Экзотическими выглядят лазерные установки, предназначенные для поражения ракет на активном участке разгона. Еще более экзотические средства — размещаемые в космосе ускорители, своеобразные "электромагнитные пушки", стреляющие пучками элементарных частиц. Все это призвано "зажечь воображение" обывателя, заставить поверить его, что наконец-то ученые "загонят ядерного джинна обратно в бутылку", наконец-то с помощью некоего "технического фокуса" уменьшится страх перед гибелью в ядерном пожаре.

Даже в самом благоприятном варианте вся эта вычурная и невероятно дорогостоящая система космической ПРО при ее воплощении в жизнь ни при каких обстоятельствах не будет на 100% непроницаемой для подлетающих боеголовок — это сейчас признают даже наиболее ярые адепты концепции СОИ. Вопрос уже стоит о "степени надежности", а самые оптимистические — и наименее обоснованные, конечно, — прогнозы говорят, что надежность "космического противоракетного щита" никак не может быть больше 80–90%. Но ведь всего 1% существующего арсенала ядерного оружия — это примерно 100 боеголовок МБР, а по совокупной мощности взрыва это 5000 Хиросим! [35].

Напомним также, что вообще концепция СОИ изначально рассматривает только возможности отражения атаки МБР. Даже в самых фантастических сценариях не рассматриваются способы защиты от ракет среднего радиуса действия, ракет передового базирования, характеризующихся настильной траекторией, — с ними, не говоря уж о крылатых ракетах, способов борьбы, даже теоретических, не существует. Попытка убедить общественность, что в случае ракетно-ядерного нападения можно спастись, укрывшись — по точному и образному выражению, почерпнутому в одном из документов "Союза обеспокоенных ученых", — под "дырявым зонтом космической ПРО", имеет своей целью лишь облегчить осуществление преступной политики, рассчитанной на применение ядерного оружия первыми [36].



Администрация США пытается запугать общественность тем, будто Советский Союз уже чуть ли не создал свой "космический щит", который только еще хотят создать США. Как от имени Правительства СССР официально заявил министр обороны СССР, маршал Советского Союза С.Л. Соколов, "Советский Союз не создает ударных космических вооружений, не разворачивает ширококомасштабной системы противоракетной обороны и не испытывает для этого образцов оружия" [37].

Всеми средствами пытаюсь представить планы "звездных войн" в более привлекательной упаковке, сторонники СОИ утверждают, что исследования по планам СОИ в качестве побочного продукта (то, что на Западе называется "спин-офф") дадут толчок к развитию гражданского сектора экономики, приведут к созданию новых высококачественных продуктов и устройств, широко используемых в быту. И потому-то, дескать, исследования и разработки по планам СОИ могут быть полезны людям.

Но давайте обратимся не к благим пожеланиям, а к реальной действительности. Вот конкретный пример. Известно, что очень важной частью разработок по планам СОИ является создание сверхскоростных больших интегральных схем. Усиленное развитие этого специфического направления электронной техники практически уже привело к тому, что в знаменитой "Силиконовой долине", в районе неподалеку от Сан-Франциско, где расположены исследовательские институты и предприятия, производящие новейшую электронную технику, уволены с работы 68 тыс. высококвалифицированных специалистов — инженеров-электронщиков. Япония же, которая не принимала участие в разработках по программе СОИ, тем временем активно продвинулась вперед в области развития современных средств и приборов электроники и обогнала потерявшие конкурентоспособность в этой области Соединенные Штаты. Это не прогнозы и иллюзии, а реальное положение дел. Эту проблему в беседе с делегацией Конгресса лауреатов Нобелевской премии затронул и М.С. Горбачев: "Говорят, что СОИ обеспечит рывок в области технологии. Но даже если допустить, что ее реализация подтолкнет научно-технический прогресс, то остается вопрос: какой ценой это будет достигнуто? Абсолютно ясно — ценой создания самоубийственных средств вооружения" [38].

В США не только абсолютное большинство ученых, но и многие профессиональные военные считают СОИ технически неосуществимой и политически опасной — таков был вывод, содержащийся в выступлениях многих делегатов представительной международной конференции в Лондоне (октябрь 1985 г.), где мне довелось принимать участие. Конференция была посвящена политическим, военно-стратегическим и техническим проблемам "звездных войн". Видные ученые различных стран, в том числе и США, пришли к заключению о том, что путь к миру пролегает не через создание иллюзорных космических щитов, а через договоренности о сокращении и последующем уничтожении ядерного оружия [39].

Широкую кампанию протеста против планов "звездных войн" возглавили видные американские ученые, работающие в ведущих университетах страны. Журналисты, печать окрестили это движение "бунтом университетов" против "звездных войн". В заявлении виднейших американских ученых говорится: "Мы, нижеподписавшиеся ученые и инженеры, считаем, что программа "стратегической оборонной инициативы", широко известная как программа "звездных войн", плохо продумана и опасна. Создание противоракетной обороны значительной надежности для защиты населения США технически неосуществимо ..." [40].

Свои подписи под этим документом поставили уже 65% ученых и сотрудников физических факультетов ведущих университетов США, в том числе лауреаты Нобелевской премии Г. Бете, Э. Пэрсел, Дж. Кронин и др. Свыше 1300 ведущих специалистов американских университетов подписали обязательство не принимать ассигнований, выделяемых на разработку программы "звездных войн" [41].

Продолжающиеся споры в США по вопросу о СОИ свидетельствуют о том, что даже многие сторонники такой системы не могут не считаться с упомянутыми выше серьезнейшими научными заключениями о невозможности создания космической ПРО 100%-ной эффективности. В связи с этим от них все чаще случается слышать, что создание такой системы призвано лишь обеспечить повышение "степени неопределенности" для Советского Союза в его военном планировании и строительстве. Они не учитывают при этом того, что неопределенность для одной стороны в рамках существующего стратегического баланса не касается лишь данной стороны. Очевидно, что рост неопределенности для одной стороны неминуемо ведет к меньшей предсказуемости поведения обеих сторон, а тем самым к уменьшению стратегической стабильности.

Нечего и говорить о том, что такая постановка вопроса о роли противоракетной обороны напроць перечеркивает пафос рейгановского заявления от 23 марта 1983 г., в котором как раз и заключалось обещание американцам уменьшить неопределенность и страх, связанные с угрозой ядерного оружия.

Итак, выводы ученых относительно перспектив создания системы абсолютно непроницаемой космической ПРО, основанные на глубоких знаниях фундаментальных законов природы и всесторонней оценке состояния и перспектив развития техники, не оставляют возможности для разночтений или произвольных толкований. Они категоричны и убедительно аргументированы [42].

Казалось бы, стоит ли в этом случае волноваться за судьбы человечества, стоит ли вообще беспокоиться по поводу перспектив осуществления СОИ? К сожалению, не только стоит, но и жизненно необходимо. СОИ — действительно иллюзия, но иллюзия чрезвычайно опасная. И опасна она именно тем, что создание космической ПРО якобы может явиться реальной альтернативой курса ядерного разоружения. На самом же деле попытки воплощения в жизнь планов СОИ не только не уменьшают опасность воз-



никновения ядерного конфликта, но в значительной степени увеличивают ее.

Это объясняется, во-первых, тем, что даже частичное осуществление программы "звездных войн" реально приведет к созданию значительно менее амбициозного, но зато значительно более опасного ее компонента — оружия первого удара. Конкретно речь идет о создании эффективного противоспутникового оружия (ПСО). Это явилось бы существенным нарушением стратегической стабильности и послужило бы толчком к дальнейшему развертыванию гонки вооружений. Возможность милитаризации космоса означает качественно новый скачок в гонке вооружений, который неизбежно привел бы к исчезновению самого понятия стратегической стабильности — основы сохранения мира в ядерный век.

Кстати, в ряде американских исследований [32] базирующееся в космосе ПРО — даже на ранних стадиях своей разработки — также совершенно справедливо рассматривается как эффективное ПСО, которое в критических ситуациях обладало бы способностью "ослепить" противника, уничтожив его спутники управления, контроля, коммуникации и разведки. Но в ядерный век ослепление своего противника может обернуться ситуацией, описанной в древней библейской притче о Самсоне: ослепленный противник обрушит небеса на головы своих врагов и, конечно, на свою голову тоже.

Во-вторых, продолжение исследований и разработок в области СОИ фактически открывает "ящик Пандоры", дает зеленый свет для развития всех и всяких систем оружия в космосе. Хотя СОИ и не осуществима в полном объеме, но чрезвычайно опасна именно тем, что знаменует начало нового витка гонки вооружений — на этот раз космических.

Сейчас невозможно напасть на самолет противника, пока он находится над своей собственной территорией. Пока самолет летает в своем воздушном пространстве, он неуязвим для существующих ныне средств ПВО. Но он может быть уязвим, если будет создана космическая противосамолетная ударная система. И эта система, по сообщениям, исходящим из Управления по оценке технологии Конгресса США, в настоящее время интенсивно разрабатывается.

Существенно новым элементом такого оружия должны быть устройства для наведения на цель с использованием инфракрасных датчиков, которые также могут найти широкое применение в самых различных типах новейшего оружия. Это только один пример, показывающий, какую реальную опасность может создавать само только продвижение по пути осуществления планов "звездных войн".

Наконец, третий опасный момент заключается в том, что само движение в сторону создания глобальной ПРО подрывает Договор об ограничении систем ПРО 1972 г., являющийся одним из краеугольных камней всех последующих договоренностей об ограничении вооружений. В 1972 г. все надеялись, что за этим договором последуют и другие, также касающиеся сокращения вооружений. Этого не произошло.

Подчеркнем еще раз: Договор 1972 г. является базой для всех дальнейших договоренностей в этой области. Если бы США решили начать испытания, не говоря уже о размещении оружия в космосе, Договор 1972 г. неизбежно был бы подорван. Разрушение его в условиях военного противостояния означало бы появление серьезнейшего фактора дестабилизации стратегической ситуации в мире и отношений между СССР и США. Как уже говорилось выше, значительно усилился бы элемент непредсказуемости, случайности. И в конечном счете все это привело бы к возрастанию угрозы ядерной войны. «... Претворяя программу "звездных войн", — отметил в своих ответах на вопросы газеты "Юманите" М.С. Горбачев, — Вашингтон, по сути дела, сознательно идет на то, чтобы сорвать ведущиеся переговоры и перечеркнуть все существующие соглашения об ограничении вооружений. В таком случае уже в ближайшие годы СССР и США, их союзники, весь мир оказались бы в обстановке абсолютно бесконтрольной гонки вооружений, стратегического хаоса, опаснейшего подрыва стабильности, всеобщей неуверенности и страха и связанного со всем этим возрастания риска катастрофы)» [6].

В свете итогов прошедшей встречи на высшем уровне в Рейкьявике еще большую важность приобретают продолжающиеся в Женеве советско-американские переговоры по ядерным и космическим вооружениям. Осуществление новых компромиссных предложений, выдвинутых в ходе встречи, открыло бы возможность для крутого перелома в развитии международных отношений, устранения ядерной угрозы и развития сотрудничества всех членов международного сообщества. Необходимым условием является недопущение гонки вооружений в космосе.

В этой связи советские ученые еще раз призывают к тому, чтобы огромный потенциал мировой науки был направлен на решение задач созидания, а не разрушения. Концепциям "звездных войн" Советский Союз противопоставляет концепцию "звездного мира" [35a].

Положение дел в сегодняшнем мире таково, что если допустить размещение в космическом пространстве какого-либо одного вида оружия, то с уверенностью можно сказать: за ним последуют и второй, и третий вид и т.д. Неизбежно начнется качественно новый виток гонки вооружений — гонка космических вооружений. И снова, как в 1945 г., когда появилось ядерное оружие, необходимо поставить барьер — на этот раз на пути милитаризации космического пространства. И снова, как и тогда, инициатором такого запрета выступает Советский Союз; наши инициативы по этому вопросу хорошо известны всему миру. Советская комплексная программа полной ликвидации ядерного оружия при запрете ударных космических вооружений полностью соответствует целям и предмету продолжающихся в Женеве советско-американских переговоров, подтвержденных в ходе встречи на высшем уровне в этом же городе в ноябре 1985 г. Эта программа нацелена на то, чтобы вместо создания нового, крайне опасного для всего человечества космического оружия взять



ся за уничтожение того самого ядерного оружия, против которого якобы и предназначена СОИ.

Стоит напомнить, что с самого начала космической эры СССР неизменно выступает за то, чтобы космос оставался сферой мира и сотрудничества. Еще в 1958 г. на рассмотрение XIII сессии ГА ООН был передан меморандум Советского правительства по вопросу о запрещении использования космического пространства в военных целях. В 1981 г. СССР представил проект договора о запрещении размещения в космосе оружия любого рода, а в 1983 г. внес в ООН предложение заключить Договор о запрещении применения силы в космическом пространстве и из космоса в отношении Земли.

На сессиях ГА ООН при рассмотрении резолюций, включающих положения о недопущении гонки вооружений в космическом пространстве, США неоднократно голосовали "против" или воздерживались, причем часто в единственном числе, пренебрегая мнением мирового сообщества.

До того момента, как было впервые использовано ядерное оружие, было справедливо утверждение, что человечество бессмертно, хотя каждый человек смертен. И до какой-то степени в этом факте мы видели смысл и значение нашей собственной жизни. После Хиросимы и Нагасаки мы знаем, что нельзя более гарантировать бессмертия человечества. В его теле возникла раковая опухоль. Как это всегда бывает, больной отвергает саму мысль о том, что он болен раком, и живет иллюзиями. А тем временем метастазы продолжают распространяться. Человечество все ближе и ближе придвигается к пределу, за которым уже нет пути назад. "Прописывать" базирующиеся в космосе оборонительные системы как "лекарство от болезней ядерного века" — это все равно, что прописывать аспирин для излечения от рака. В обоих случаях хирургическое вмешательство, очевидно, было бы гораздо более целесообразно.

То, что человечество не вправе допустить ядерного самоубийства, — это истина в конечной инстанции. Сейчас, когда имеется ядерный паритет между Востоком и Западом, дальнейшее наращивание ядерных вооружений, с учетом возможности нового качественного витка гонки вооружений и тем более перенесение ее в космос, может привести лишь к совершенно непредсказуемым последствиям.

Я надеюсь, что выполненные советскими учеными исследования, о которых говорится в данной книге, совместная деятельность Комитета советских ученых со своими зарубежными коллегами, о чем говорилось выше, послужат одним из импульсов в направлении ядерного разоружения. Но самое главное, что они уже дают, — это научная информация, из которой каждый житель нашей планеты, обладающий чувством ответственности, должен уже сегодня сделать необходимые практические выводы.

Очень точно охарактеризовал роль ученых в этом всемирном движении Михаил Сергеевич Горбачев. Во время встречи с делегацией Конгресса лауреатов Нобелевской премии в Кремле 13 ноября 1985 г. он сказал: "Мы глубоко убеждены: сегодня особенно важно, чтобы каждый мыс-

лящий человек в полной мере осознал свою личную ответственность за предотвращение военной угрозы. И кому, как не ученым, может быть, яснее других представляющим последствия, к которым привела бы ядерная война, поднять свой голос против войн — будь то земных или "звездных"! [38].

Комплексная программа полного избавления человечества к 2000 г. от ядерного оружия, изложенная в историческом Заявлении Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева от 15 января 1986 г., ставит перед советскими учеными, и в частности перед нашим Комитетом, новые, чрезвычайно ответственные задачи. Прежде всего это активнейшая информационно-пропагандистская работа, имеющая целью довести до сведения максимально большего числа людей принципиальнейшие положения, тезисы, идеи, концепции, которыми насыщена эта программа. Само собой разумеется, что речь идет не о простом пересказе содержания Заявления: мы должны раскрывать эти положения, разъяснять их и аргументировать с позиций современных научных знаний, с учетом новейших исследований и разработок, не последнее место в которых занимает, в частности, и концепция "ядерной зимы".

Другое направление, намечающееся в деятельности нашего Комитета, можно определить как научное обеспечение советской программы мира и ядерного разоружения. Надо сказать, что здесь перед учеными открывается широкое поле деятельности, новые возможности для осуществления весьма актуальных исследований. Так, например, весьма непростой проблемой, требующей глубокого анализа и всестороннего изучения, является сохранение устойчивости стратегического баланса при ожидающемся в будущем все более глубоком сокращении ядерных вооружений различного типа. Известно, что предложение СССР сократить на 50% ядерные вооружения, достигающие территории друг друга, было с удовлетворением и одобрением воспринято большинством мирового сообщества. Однако нашлись и демагоги, критикующие это предложение, так сказать, "справа и слева": для одних сокращение на 50% — это "слишком мало", а для других сокращение на 100%, т.е. полное уничтожение, — "неосуществимая цель", "утопия". Очевидно, придется терпеливо и убедительно опровергать с помощью весомых научных аргументов как ту, так и другую "точку зрения".

Уже сейчас надо думать о том, как сократив вдвое, можно будет продолжать поддерживать стратегический баланс при осуществлении дальнейшего, более глубокого сокращения ядерных вооружений — в десять, в пятьдесят, в сто раз! Намеченные в "комплексной программе мира" меры потребуют, конечно, разработки специальных процедур уничтожения ядерных боеприпасов, а также демонтажа, переоборудования или уничтожения носителей. Возможно, что демонтаж боеголовок — а их пришлось бы ликвидировать до ста единиц в день! — под скрупулезным международным контролем будет осуществляться в специально созданном для этой цели международном центре. Ядерные заряды, превращающиеся



в горячее для ядерных энергореакторов, могут быть затем переданы в распоряжение Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Очевидно, возможны и другие процедуры и технологические решения, но откладывать их разработку на более поздний срок нельзя — необходимо уже сейчас привлекать к ней ведущих ученых и инженеров, специалистов в соответствующих областях науки и техники.

Есть здесь вполне конкретный объект исследования и для специалистов-системщиков. Существующие уже сейчас вооружения фактически являются сложными "большими системами"; в случае же воплощения в жизнь американских планов милитаризации космического пространства эти системы станут во много раз сложнее. Для всякой системы чрезвычайно важен вопрос оценки ее устойчивости, причем в данном случае для человечества это является вопросом жизненной важности. На Западе, когда речь заходит об огромных накопленных запасах ядерного оружия и его носителей, можно услышать суждения о некоей "имманентной устойчивости" этой гигантской системы, равновесие в которой якобы можно удерживать неопределенно долгое время. Иначе говоря, нас пытаются убедить, что человечество может сколь угодно долго жить рядом с горами накопленного ядерного оружия. Однако хорошо известно, что абсолютно устойчивых систем нет и быть не может. Существующее равновесие и сейчас нельзя назвать абсолютно устойчивым, но особенно опасно то, что степень этой устойчивости снижается.

По-прежнему остаются чрезвычайно актуальными все вопросы, касающиеся планов "звездных войн". Недавно мне довелось познакомиться с исследованием ведущего эксперта Федерации американских ученых Джона Пайка, в котором рассматриваются очевидные противоречия между американскими планами милитаризации космоса и Договором по ПРО 1972 г. Известно также, что достаточно опытные и сведущие американские юристы специально наняты американскими правительственными учреждениями, для того чтобы, препарировав чуть ли не по отдельным буквам и запятым текст Договора по ПРО, доказать недоказуемое — "соответствие" планов "звездных войн" духу и букве этого важнейшего международного соглашения. В то же время такая авторитетная организация, как американская ассоциация юристов, в своем специальном докладе "В поисках эффективного ограничения вооружений: рекомендация, история, анализ" пришла к выводу, что СОИ несовместима с Договором об ограничении систем ПРО 1972 г. и в случае ее осуществления подрвет этот договор [43].

Однако, как мне кажется, эта проблема все же остается весьма важным и актуальным объектом для изучения нашими специалистами в области международного права. На встрече с делегацией Конгресса лауреатов Нобелевской премии М.С. Горбачев поставил этот вопрос особо. "Уместно, кстати, задаться и таким вопросом: не является ли нарушением суверенитета государств сам факт размещения в космическом пространстве, находящемся над их территорией, оружия другого государства?" [38]. А ведь именно это собираются сделать США по планам "звездных войн".

Советские ученые убеждены в силе человеческого разума, в возможности предупредить катастрофу. Трезвая и объективная оценка учеными всего, что сейчас известно о "ядерной ночи" и "ядерной зиме", должна, очевидно, вызывать не пессимизм и апатию, а послужить дополнительным сигналом тревоги, призывом к активности, новым стимулом для проведения широких научных и общественных акций. Тем более что, несмотря на неподдельную и вполне объяснимую озабоченность и беспокойство за будущее человечества, ученые сохраняют глубокий оптимизм.

Вот что говорили, например, советские и американские ученые в интервью для научно-публицистического фильма "Предостережение", снятого под эгидой КСУ и рассказывающего о концепции "ядерной зимы". На вопросы: "Доживет ли мир до 2000 г.? Как по-вашему можно предотвратить опасность ядерной войны?" — ученые ответили так.

Член КСУ профессор М.А. Мокульский: "Думаю, что доживет. Может быть, он станет даже лучше, чем сейчас. Многое зависит от того, что за это время будут делать ученые. . ."

Член КСУ академик Н.П. Бехтерева: "Я думаю, было бы трудно жить на свете хоть один-два дня, если не верить в это. Я верю, что доживет, но для этого необходимо активизировать все более широкие массы людей на борьбу за мир. . ."

Член КСУ член-корреспондент АН СССР Г.С. Голицын: "Я думаю, что мир доживет до 2000 г., если человечество проявит достаточно разума. Как ученый я вижу свой долг в том, чтобы наиболее полно и точно оценить последствия возможного ядерного конфликта для атмосферы и для климата. . ."

Член КСУ член-корреспондент АН СССР Анаг. А. Громыко: "Безусловно доживет, но это будет в процессе борьбы против опасности ядерного уничтожения. Я считаю, что только в борьбе с ядерной угрозой можно обеспечить мир народам. Это можно достичь путем активных действий народов, правительств, ученых, активизации действий всех, кто не хочет, чтобы наша крошечная планета Земля сгорела в огне ядерной войны".

Председатель Федерации американских ученых профессор Фрэнк фон-Хиппел: "Я надеюсь, что мир доживет до 2000 г. и далее, если усилия, подобные тем, какие предпринимаются учеными, будут поддержаны. Для того чтобы достичь длительного мира, необходимо в качестве первого шага выработать соглашение о замораживании ядерного оружия".

Председатель Пагуошского комитета ученых США профессор Джон Холдрен: "Конечно, есть шанс, что тот мир, в котором мы живем, закончит свое существование до 2000 г. вследствие глобальной ядерной войны. Но есть равный шанс и за то, что мир не придет к концу, если мы призовем на помощь весь человеческий разум, опыт и мудрость, чтобы предотвратить ядерную войну. Это станет реальностью, если все люди поймут, что единственным разумным курсом для цивилизации является скорейшее сокращение ядерных арсеналов".



Я могу повторить то, что сказал тогда сам в интервью авторам фильма: "Да, я уверен, что мир доживет до 2000 г. Так будет прежде всего потому, что сегодня существуют реальные и могучие силы, гарантирующие продолжение жизни на нашей планете. Это прежде всего твердая воля к миру подавляющего большинства людей на Земле. Живя на горах накопленного ядерного оружия, человечеству хочется верить, что у людей, несущих ответственность за судьбы государств и народов, хватит мудрости, спокойствия даже в самые критические минуты, здравого смысла, наконец, чтобы, зная о последствиях, никогда не применить это оружие".

Мы живем в "золотом веке" науки, успехи которой за последние десятилетия поистине грандиозны. Нравственный долг ученых состоит в том, чтобы поставить все достижения современной науки на службу человечеству, его дальнейшего социального и экономического прогресса. Что же касается советских ученых, то все они постоянно ощущают огромное удовлетворение от того, что их деятельность, направленная на разъяснение народам последствий ядерной войны, на предотвращение ядерного конфликта, полностью совпадает с внешнеполитической деятельностью СССР, стран социалистического содружества. Достаточно прочитать доклады и разработки нашего Комитета, ознакомиться с содержащимися в них практическими рекомендациями и сравнить их с конкретными советскими предложениями, чтобы понять, насколько увереннее чувствуют себя в вопросах борьбы за мир советские ученые, за которыми стоит советский государственный принцип миролюбивой внешней политики и повседневные практические шаги в этой области.

Трудно ученому защищать неправое дело, очень трудно защищать и оправдывать человеконенавистнические планы ядерной войны, псевдонаучные "концепции", воплощение которых в реальность привело бы к уничтожению жизни на Земле. Таких трудностей у советских ученых нет и никогда не было. Советские ученые убеждены, что, раскрывая степень опасности и масштабы грозящей человечеству катастрофы, обеспечивая объективной и научно обоснованной информацией всех участников антивоенного движения в мире, давая выверенную и точную оценку существующей ситуации, они могут оказать реальную и весьма эффективную помощь силам мира, внести свой весомый вклад в решение важнейшей проблемы современности — предотвращение ядерной войны.

XXVII съезд КПСС перед всем миром торжественно провозгласил основные цели и направления миролюбивой внешнеполитической стратегии партии и Советского государства. Первейшее программное требование партии к нашей внешней политике заключается в обеспечении возможности советскому народу трудиться в условиях прочного мира. А для этого необходимо прежде всего остановить материальную подготовку к войне. Магистральным направлением деятельности КПСС и нашего государства на мировой арене остается борьба против ядерной опасности, гонки вооружений, борьба за сохранение и упрочение мира.

В Политическом докладе ЦК КПСС XXVII съезду партии, говоря об особенностях нынешней политической ситуации в мире, Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев особо отметил, что "наступила пора до конца понять суровые реальности наших дней: ядерное оружие таит в себе смерч, способный смести род человеческий с лица земли" [44]. Люди науки особенно ясно понимают это, особенно четко представляют себе всю глубину и масштабы глобальных последствий возможной ядерной катастрофы.

Многое уже сделано учеными для того, чтобы стало возможным обосновать и сформулировать один из важнейших постулатов, характеризующих ныне отношения между государствами и, прежде всего — между ядерными державами: характер современного оружия таков, что никакая даже самая мощная и изощренная оборона, совершенная с военнотехнической точки зрения, не обеспечивает безопасности какого-либо государства или региона земного шара. Напомню, что впервые такой вывод был сформулирован мировой наукой еще в 1982 г.

Советские ученые и впредь будут во всем помогать усилиям партии в деле сохранения мира, приложат все силы и знания для того, чтобы обеспечить успех в великой битве против войны, успех, который станет исторической победой всего человечества, каждого человека на Земле.

### Л и т е р а т у р а

1. Заявление Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева // Правда. 1986. 16 янв.
2. Чазов Е.И., Ильин Л.А., Гуськова А.К. Ядерная война: медико-биологические последствия: Точка зрения советских ученых-медиков. М.: Изд-во АПН, 1984. 239 с.
3. Federation of American Scientists // Publ. Interest Rept. 1983. Vol. 36. N 10. P. 7.
4. Federation of American Scientists // Publ. Interest Rept. 1984. Vol. 37. N 1. P. 1.
5. Velikhov Ye. Soviet scientists' dim view on the space arms // Washington Post, 1984. June 24.
6. Ответы М.С. Горбачева на вопросы газеты "Юманите" // Правда. 1986. 8 февр.
7. Петровский В.Ф. Всеобщая безопасность и реалии ядерного века // Междунар. жизнь. 1984. № 8. с. 38.
8. Александров А.П. Опасность грозит всем // Лит. газ. 1986. 22 янв.
9. Ehrlich P., Sagan C., Kennedy D., Roberts W. The cold and the dark: The world after nuclear war. N.Y.; L.: W.W. Norton and co., 1984. P. 205.
10. Феоктистов Л.П. Возврата не будет // Лит. газ. 1986. 22 янв.
11. The world-wide consequences of nuclear war. Kennedy-Hatfield Joint American-Soviet Forum on nuclear war: (transc.). Wash. (D.C.): Nucl. Freeze Found. 1983. P. 85.
12. Мороз О.П. Формула предостережения // Лит. газ. 1985. 25 дек.
13. Климатологи всего мира предупреждают: Науч. симпоз. в Ленинграде // Век XX и мир. 1984. № 10.
14. Environmental consequences of nuclear war: SCOPE 28. Chichester: J. Wiley and Sons, 1985. Vol. 1. Physical and atmospheric effects / Ed. A.B. Pittock et al. 350 P.; vol. 2. Ecological and agricultural effects / Ed. M.A. Harwell, T.C. Hutchinson. 576 P.
15. Гольданский В.И., Капица С.П. Не допустить катастрофы // Известия. 1984. 24 июля.
16. Crutzen P.J., Birks J.W. The atmosphere after a nuclear war: twilight at noon // Ambio. 1982. Vol. 11, N 1/2. P. 115-125.
17. Голицын Г.С., Гинзбург А.С.



Климатические последствия возможно ядерного конфликта и некоторые природные аналоги. М.: Ин-т физики атмосферы АН СССР. 1983. 24 с. Препр.

18. Родинон С.Н. Энергетика природных катастроф. М.: ИКИ АН СССР. 1984. С. 4. Препр.

19. Mass C., Schneider S. Statistical evidence. on the influence of sunspots and volcanic dust on long-term temperature records // J. Atmos. sci. 1977. Vol. 34. P. 1995.

20. Турко Р., Тун О., Аккерман Т., Поллак Дж., Саган К. Климатические последствия ядерной войны // В мире науки. 1984. № 10. С. 4—17.

21. The effects on the atmosphere of a major nuclear exchange: Nat. Res. Council. Wash. (D.C.): Nat. Acad. press, 1985. P. 10.

22. Ахромеев С.Ф. Выступление на Всесоюзной конференции ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны, за разоружение и мир // Вестн. АН СССР. 1983. № 9. С. 48.

23. Pittock A.B. Summary of discussion with Dr. D. Ball: Prepr. for SCOPE-ENUWAR, Seminar, Leningrad, May 14—16, 1984, p. 1.

24. Свирижев Ю.М., Крапивин В.Ф., Тарко А.М. Экологические последствия ядерного конфликта: Текст доклада на Международном семинаре "Климатические последствия ядерной войны и их воздействие на биосферу", Ленинград, 14—16 мая 1984 г. М.: ВЦ АН СССР. Препр.

25. The night after. . . Climatic and biological consequences of nuclear war. Scientists' warning. / Ed. Ye. Velikhov; Soviet Scientists' Committee for the Defence of Peace Against Nuclear Threat. Moscow: Mir, 1985. P. 1—165.

26. Ударные космические вооружения и международная безопасность: Доклад Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы. М., окт. 1985. 74 с.

27. Нет ядерному оружию: В пресс-центре XXVII съезда КПСС // Правда. 1986. 18 февр.

28. Ученый предостерегает // Моск. правда. 1986. 18 февр.

29. Велихов Е.П. Глобальная эколо-

гическая катастрофа // Лит. газ. 1986. 22 янв.

30. Четвертая сессия Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва: Доклад Генерального секретаря ЦК КПСС депутата Горбачева М.С. // Правда. 1985. 28 нояб.

31. Правда. 1986. 15 окт.

32. Бете Х., Гарвин Р., Готфрид К., Кендэл Г. Противоракетная оборона с элементами космического базирования // В мире науки. 1985. № 7. С. 64—76.

33. Велихов Е.П. Иллюзии "звездных войн" // Сов. Россия. 1985. 21 апр.

34. Петров В. За взаимную сдержанность // Правда. 1985. 28 дек.

35. Пресс-конференция в Москве // Правда. 1985. 19 дек.

35а. Генеральному секретарю Организации Объединенных Наций Х. Пересу де Куэльяру. Правда. 1986. 13 июня. Ответы Председателя Совета Министров СССР Н.И. Рыжкова на вопросы корреспондента ТАСС. Правда. 1987. 6 янв.

36. Space-based ballistic missile defence: Union of concerned scientists. Cambridge (Mass.), 1984.

37. Соколов С.Л. Сохранить достигнутое в области ограничения стратегических вооружений // Правда. 1985. 6 нояб.

38. Встреча М.С. Горбачева с делегацией Конгресса лауреатов Нобелевской премии // Правда. 1985. 14 нояб.

39. В поисках собственной роли // Правда. 1985. 1 нояб.

40. Когда бунтуют университеты: Американские ученые против "звездных войн" // Сов. культура. 1985. 7 нояб.

41. Голос ученых // Правда. 1985. 22 окт.

42. Арбатов А.Г. Ограничение противоракетных систем — проблемы, уроки, перспективы // США — экономика, политика, идеология. 1984. № 12. С. 24—25.

43. Закрыть войне дверь в космос // Правда. 1985. 14 дек.

44. Горбачев М.С. Политический доклад ЦК КПСС XXVII съезду КПСС // Правда. 1986. 26 февр.

Часть  
первая

**ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ  
ГЛОБАЛЬНЫЕ  
ПОСЛЕДСТВИЯ  
ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ**



## **КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗМОЖНОЙ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ**

*Ю.А. Израэль*

Интенсивная хозяйственная деятельность вызывает крупномасштабные изменения биосферы. Особенно интенсивное воздействие на природную среду происходит в условиях производства и испытаний оружия массового уничтожения, в условиях гонки вооружений. Под влиянием воздействий человеческой деятельности на природу уже возникли такие глобальные проблемы, как возможное изменение климата и озонового слоя Земли, глобальное загрязнение Мирового океана, дальнейшее (трансграничное) распространение различных токсичных загрязняющих веществ, охватывающее целые континенты.

Очевидно, что в случае ядерной войны, войны с применением оружия массового уничтожения, воздействия на биосферу возрастут на много порядков. В этом случае встанет вопрос о самой возможности сохранения биосферы в ее существующих формах, выживании всего живого на Земле.

По-видимому, уже отмечаемые сейчас глобальные проблемы, связанные с антропогенными влияниями на биосферу, позволяют выявить наиболее острые эффекты, воздействующие на самые уязвимые элементы биосферы. Полученную информацию о глобальных эффектах антропогенных воздействий, а также методы оценок таких воздействий (включая модели для расчетов) можно использовать и при экстремальных воздействиях — таких, как падение крупных метеоритов [1, 2], а главное — для оценки и анализа последствий возможной ядерной войны.

Крупномасштабным последствиям возможной ядерной войны посвящен ряд работ [2–12] и крупных обзоров [13–17]. Эти проблемы обсуждались на Конференции ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны (СССР, Москва, 17–19 мая 1983 г.) и конференции "Мир после ядерной войны" (США, Вашингтон, 31 октября–1 ноября 1983 г.), были доложены автором на IX конгрессе Всемирной метеорологической организации (ВМО) 9 мая 1983 г. при обсуждении вопроса "Метеорология и общество".

Выводы ученых разных стран полностью совпадают в главном: ядерная война нанесет непоправимый ущерб нашей планете, всей жизни на Земле. Учеными показано, что такая война с неизбежностью ведет к разрушению глобальной климатической системы, причиняет непоправимый ущерб биосфере в целом, а следовательно, и всему человечеству.

Массированные ядерные взрывы сопровождаются сложнейшими физическими и химическими процессами, которые, развиваясь в природной

Таблица 1

Основные крупномасштабные эффекты (поражающие факторы)	Возможные геофизические и экологические последствия
1. Загрязнение биосферы радиоактивными продуктами	Радиационное (лучевое) поражение отдельных популяций и экосистем Изменение электрических свойств атмосферы Изменение погоды Изменение свойств ионосферы и магнитосферы
2. Загрязнение атмосферы аэрозольными продуктами	Изменение оптических и радиационных свойств атмосферы Изменение погоды и климата Ухудшение состояния экосистем из-за уменьшения приходящего солнечного излучения и изменения климатических условий
3. Загрязнение атмосферы различными газообразными веществами (метаном, этиленом, тропосферным озоном и т.д.) тропосферы верхней атмосферы	Изменение радиационных свойств атмосферы, изменение погоды и климата Изменение радиационных свойств верхней атмосферы, нарушение озонового слоя Изменение возможности прохождения УФ-излучения, изменение климата Ухудшение состояния экосистем

среде, приводят к крупномасштабным геофизическим и экологическим изменениям, описание и прогноз которых требует тщательного анализа основных факторов воздействия и механизма их влияния на биосферу.

В настоящей работе исследуются долговременные факторы воздействия ядерных взрывов и их геофизические и экологические последствия. Расчеты велись в предположении общей мощности ядерного удара в 5000 Мт, половина которой приходится на долю наземных, или контактных, взрывов [18].

Важнейшими долговременными факторами воздействия, ведущими к серьезнейшим геофизическим и экологическим последствиям, являются: загрязнение биосферы радиоактивными продуктами взрыва, загрязнение атмосферы аэрозольными частицами и газообразными веществами, образующимися при взрывах и сопутствующих пожарах.

Изменение альбедо земной поверхности (главным образом за счет пожаров) также может повлечь негативные изменения (табл. 1).

Среди основных геофизических и экологических последствий следует назвать массовые радиационные и иные поражения биотической компоненты экосистем (в том числе связанные с уменьшением прохождения



через атмосферу солнечного излучения), возможные изменения погоды и климата, разрушение озонового слоя Земли, изменение радиационных и электрических свойств тропосферы, нарушение состояния ионосферы и магнитосферы.

Продукты ядерного взрыва, осаждаясь из облака, образуют устойчивое радиоактивное загрязнение местности на расстоянии, измеряемом многими сотнями и тысячами километров [19–21]. Особенно сильным оно является при наземных взрывах. Предполагается, что при ядерном ударе указанной выше общей мощности в зоне средних широт Северного полушария может образоваться зона с суммарными дозами гамма-излучения, превышающими 400–1000 бэр почти по всей территории Европы и средней части Северной Америки [3, 4]. Загрязнение местности долгоживущими радиоактивными изотопами – стронцием-90 и цезием-137 – составит при этом до 4–10 Ки/км<sup>2</sup>.

Указанные дозы и загрязнения весьма велики и опасны для человека. Менее опасны они для растительности (ущерб будет нанесен в основном хвойным породам деревьев). Однако могут существенно пострадать популяции многих насекомых, особенно обитателей почвы, что повлечет за собой серьезные экологические последствия.

Некоторые радиоактивные изотопы обладают большой подвижностью и способностью к миграции. Это в первую очередь йод-131, а также изотопы стронция, рутения и бария (последние мигрируют с почвенными и поверхностными водами). Растения хорошо усваивают через корневую систему изотопы вольфрама, иттрия, стронция, рутения, меньше – церия, цезия [22, 23], что может иметь большое значение для вторичного поражения составляющих экосистем и попадания изотопов в пищу людей через продукцию сельского хозяйства.

Загрязнение атмосферы аэрозольными продуктами и вредными газобразными примесями происходит как при самом взрыве, так и при массовых пожарах, появление которых неизбежно после ядерного удара. При наземных ядерных взрывах в атмосферу выбрасывается огромное количество грунта (пыли); небольшая часть его испаряется [19, 21] и затем превращается в высокодисперсную аэрозольную фракцию со средним размером частиц в доли микрометра. Большая часть выбрасываемого грунта выпадает вблизи места взрыва, высокодисперсные же аэрозоли оседают на поверхность земного шара в течение недель, месяцев и даже лет.

Общий объем грунта, вовлеченный в радиоактивное облако, резко убывает с высотой; при высоком воздушном взрыве эта масса равна массе самого бомбового устройства и, по-видимому, составит от долей тонны до нескольких тонн для каждого взрыва.

Соотношение между собой возможных наземных и воздушных взрывов остается, естественно, весьма неопределенным. В данной работе нами рассматривается вариант сценария ядерной войны, когда половина всех взрывов окажутся наземными. Очевидно, что аэрозольные частицы образуются как непосредственно во время взрывов при дроблении грунта и

конденсации испарившегося вещества, так и в результате ядерных пожаров, возникающих после взрывов.

Общий выброс грунта (породы) при наземном взрыве из воронки составляет примерно 5000 т/кт мощности взрыва [18, 21] (по данным работы [24], 10000 т).

Лишь небольшая часть выброшенного грунта в форме высокодисперсных частиц (размером менее 1 мкм) надолго задерживается в стратосфере. К такому же классу высокодисперсных частиц принадлежат и частицы, образующиеся в результате конденсации испарившегося вещества (грунта и самих бомбовых устройств).

Известно [21], что при наземном взрыве плавится 180–200 т грунта на килотонну мощности (т/кт) (30–40% от количества расплавленного грунта при подземном взрыве). При подземном взрыве испаряется 50–70 т/кт породы; можно предположить по аналогии, что при наземном взрыве испарится (0,3–0,4) – 15–25 т/кт породы, хотя имеются ссылки на значения в пределах от 1,5 до 25 т/кт [5].

Исключительное значение имеет распределение образующихся при взрыве частиц по размерам. Нас особенно интересует высокодисперсная фракция и ее заброс на большие высоты (в стратосферу), так как именно там такие частицы могут находиться длительное время (месяцы и даже годы) и влиять на оптические и радиационные свойства атмосферы.

Для понимания процессов образования частиц при взрыве необходимо знать закономерности вовлечения грунта (и частиц грунта) в огненный шар и облако взрыва, термодинамические условия в огненном шаре, а затем облаке, процессы конденсации испаренного материала и возможной коагуляции частиц. Перечисленные процессы описываются в монографии автора [21].

Сразу после взрыва на границе высокотемпературной области образуется "гидродинамический фронт", движущийся от центра взрыва с огромной скоростью. Примерно через  $10^{-3}$  с после взрыва ударная волна пересекает фронт излучения, происходит "гидродинамическое разделение". Внешняя часть разогретой сферы состоит из светящегося воздуха — образуется огненный шар, который за счет интенсивного излучения и разлета вещества увеличивается в размерах. Падение температуры огненного шара, наблюдаемое снаружи, после второго температурного максимума (когда фронт ударной волны становится прозрачным и изотермическая сфера видна снаружи) описывается степенной функцией [25]. Для температуры ниже 2000 К, когда на температурном режиме начинает существенно сказываться вовлечение наружного воздуха, для 20-килотонного взрыва [26]

$$T(t) = 4000 t^{-0,588} \quad (t < 40 \text{ с}). \quad (1)$$

Автором в работе [21] учтена затяжка во времена охлаждения при вовлечении в огненный шар инертного материала — грунта (за счет теплоемкости, скрытой теплоты испарения и плавления, энергии диссоциации) в интервале температур 1700–2000 К.

После образования огненный шар начинает подниматься вверх главным образом под действием архимедовой силы (возникающей в результате разницы в плотностях вещества внутри и снаружи шара). В поднимающейся массе нагретого газа под действием сил трения возникает вихревое циркуляционное движение. Объем приобретает форму тора, воздух внутри него вращается вокруг горизонтальной кольцевой линии; кольцо несколько растягивается.

За несколько секунд развивается максимальная скорость подъема, которая затем постепенно уменьшается; при вовлечении и перемешивании газов с холодным воздухом уменьшается угловая скорость вращения их массы.

При взрыве вблизи земной поверхности под действием теплового излучения верхний слой грунта испаряется, плавится; воздух в этой зоне прогревается, что приводит к появлению в эпицентре восходящего потока. За счет этого в огненный шар и облако вовлекается испаренный, расплавленный и раздробленный ударной волной (до элементарных зерен грунта или их групп) материал подстилающей поверхности.

При понижении температуры в огненном шаре и облаке испарившееся вещество конденсируется (на расплавленных и твердых частицах грунта или мельчайших зародышах), образуя как крупные, так и высокодисперсные частицы, большинство из которых являются радиоактивными.

При воздушных взрывах к появлению частиц ведет образование зародышей с последующей конденсацией и коагуляцией. Зависимость активности (и массы) частиц, больших 2 мкм, от размера при воздушных взрывах является степенной с показателем около 3,0.

Частицы при наземных взрывах на грунтах, основу которых составляют силикатные породы, состоят из стеклообразного вещества; интервал их размеров простирается от субмикронного до 2–3 мм.

Распределение частиц, попадающих в облако, по размерам при наземном взрыве описывается логарифмически-нормальным законом [21].

Для числа частиц

$$N(d_1, d_2) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{\lg d_1}^{\lg d_2} e^{-\frac{(\lg d - \lg \bar{d})^2}{2\sigma^2}} d(\lg d), \quad (2)$$

где для взрыва на силикатных почвах  $\lg \bar{d} = 2,053$ ,  $\sigma = 0,732$ , на коралловом грунте  $\lg \bar{d} = 2,209$ ,  $\sigma = 0,424$ .

Характер этого распределения очень близок к таковому для активности частиц, их массы и объема [5]; следовательно, оно может использоваться в целом для вовлеченного в облако ядерного взрыва вещества.

В соответствии с этим распределением нетрудно подсчитать, что масса частиц с размером менее 1 мкм для взрывов на силикатных почвах  $M(r < 1 \text{ мкм}) < 0,2\%$ , на коралловом грунте  $M(r < 1 \text{ мкм}) < 10^{-4}\%$ .

В работе [27] для неоднородных по скоростям падения  $w$  (или разме-



рам  $r$ ) частиц примеси, выделенной мгновенным точечным источником, предложено распределение в виде двухпараметрической функции (гамма-распределения):

$$N(w) = \frac{a^{n+1}}{\Gamma(n+1)} w^n e^{-aw}, \quad (3)$$

где  $a$  и  $n$  — параметры распределения.

Построенные по экспериментальным данным распределения  $N(w)$  (или  $N(r)$ ) хорошо аппроксимируются данной формулой. Так, распределение активности (а следовательно, и массы) частиц по их размерам, приведенное в работе [19], может быть представлено указанной выше зависимостью, при этом  $n = 2$ ,  $a = 0,06$  [28].

По данным работы [14], для частиц менее микрона распределение по размерам характеризуется логарифмически-нормальным законом со средним значением радиуса  $r_m$  между 0,15 и 0,35 мкм и стандартным отклонением ( $\sigma$ ) около  $2 \pm 0,5$ .

Для размеров частиц более нескольких микрон распределение представляет собой степенную функцию с экспонентой  $\alpha \approx 3,5-4,2$ .

Общее количество частиц (по массе) с размером менее одного микрона колеблется от нескольких до 20% со средним значением 8 (8% соответствует  $\alpha = 4$ ,  $\sigma = 2$ ,  $r_m = 0,25$ ).

По данным [9] функция распределения,

$$M(r) = \frac{4}{3} \pi \rho r_m n_0 \left( \frac{r_0}{r_m} \right) \frac{\alpha + 1}{2} \int_0^{\min(r, r_0)} x^2 \exp \left[ -\frac{1}{2} \frac{\ln \left( \frac{x}{r_m} \right)^2}{\ln \sigma} \right] dx + \left( \frac{4}{3} \pi \rho n_0 r_0^\alpha \right) \int_{\min(r, r_0)}^r x^{(3-\alpha)} dx. \quad (4)$$

Для массы  $M(r)$ , меньшей по размерам, чем  $r, r_0$  — радиус, разделяющий логарифмически-нормальное и степенное распределение,  $n_0$  — константа нормализации,  $\rho$  — плотность грунта.

В соответствии с работой [18] общее количество вещества в облаке (при полной мощности 5000 Мт) составляет  $9,6 \cdot 10^8$  т; из них в стратосфере находится 80%, а на долю частиц с размером менее 1 мкм приходится 8,4%. Это дает общее количество высокодисперсных частиц в стратосфере 80 Мт.

Если взять верхний предел по массе, согласно формуле (2) приходящийся на частицы размером менее 1 мкм, 0,2%, то количество таких частиц в облаке не превысит 2 Мт. Если же считать от общего количества выброшенной породы (5000 т/кт), то это количество (0,2%) оценивается уже в 50 Мт. По данным работы [14], это количество (для мощности наземных взрывов 5000 Мт) составляет 33–77 Мт.

Согласно работе [25], в облаке длительное время сохраняется не более 20% тугоплавких продуктов взрыва, находящихся вначале в испаренном состоянии. Если исходить только из количества испарившегося материала, который, конденсируясь, образует высокодисперсные аэрозольные частицы, получим для мощности 5000 Мт (а наземных взрывов из них — половина) количество стратосферного аэрозоля, равное 12,5 Мт. Для сравнения укажем, что через месяц после извержения вулкана Эль-Чичон (1982 г.) количество стратосферного аэрозоля (размером менее 1 мкм) составляло 23 Мт, через шесть месяцев — 8,3 Мт [29].

Еще раз подчеркнем, что особое значение для экранирования солнечного излучения будут иметь высокодисперсные частицы, заброшенные в стратосферу (из-за длительного нахождения там). Время жизни таких же частиц в тропосфере не превышает, как правило, одной-двух недель (в работе [14] указывается время 10 дней).

К существенным геофизическим последствиям приведут массовые пожары, возникновение которых можно ожидать в городах, лесах, на газовых и нефтяных промыслах после ядерного удара. При пожарах будет выделяться значительное количество окиси и двуокиси углерода, различных газобразных веществ, сажи и других аэрозольных частиц. Предполагается, что в лесу сгорает в среднем около 0,5 г/см<sup>2</sup> горючего вещества, в городах — в несколько раз больше.

Высота подъема и возможность проникновения в стратосферу восходящих конвективных потоков, обусловленных большими пожарами, могут быть приближенно оценены в соответствии с теорией турбулентных струй, хорошо разработанной для источников сравнительно небольшой интенсивности.

В работе [30] численные расчеты проводились для двухслойной атмосферы. В этой работе показано, что при источнике мощностью 10<sup>6</sup> кВт струя в сухой стандартной атмосфере распространится до высоты около 2000 м. Получено, что высота распространения струи пропорциональна корню в четвертой степени из тепловой мощности источника.

В расчетах струи предполагалось, что высота тропопавзы составляла 11 000 м, тропосфера имела стратификацию стандартной атмосферы ( $\gamma = 0,65^\circ/100$  м), а стратосфера характеризовалась изотермией ( $\gamma = 0$ ). В качестве граничных условий вблизи поверхности земли принимались начальный радиус струи  $R_0 = 500$  м, вертикальная скорость воздуха  $w_0 = 20$  м/с, превышение температуры в струе по отношению к окружающему воздуху  $\Delta T_0 = 100, 200$  и  $300^\circ\text{C}$ . Эти условия соответствуют источникам тепла  $Q = \pi R_0^2 \rho C_p w_0 \Delta T_0$  ( $\rho$  — плотность воздуха,  $C_p$  — его теплоемкость при постоянном давлении) мощностью приблизительно 0,9; 1,85 и  $2,8 \cdot 10^9$  кВт соответственно.

Рассчитано, что при мощностях источника  $2 \cdot 10^9$  кВт струя может достигнуть высоты 11–12 км, т.е. проникнуть в стратосферу. Такие мощности источников теоретически соответствуют лесному пожару на участке площадью 10 км<sup>2</sup> в случае, когда скорость горения составляет 3–5 г/м<sup>2</sup>с,

т.е. при полном выгорании леса (всей древесины) в течение 1–3 ч (что на практике реализуется чрезвычайно редко).

В работе [14] описаны два случая, когда струя дыма от мощных лесных пожаров (в Канаде, провинции Альберта в 1950 г., и в США, в штате Айдахо в 1967 г.) поднялась на высоту 10–10,7 км и достигла тропопаузы. Во втором случае [31] наблюдался пожар с энерговыделением  $5 \cdot 10^{11}$  Дж/с, когда за 9 ч выгорело около 200 км<sup>2</sup> леса (если принять теплотворную способность топлива 20 000 Дж/г, то степень выгорания составила в среднем около 0,5 г/см<sup>2</sup>).

Обычно даже при самых сильных лесных пожарах (с энерговыделением до  $10^{11}$  Дж/с) высота струи практически не превышает 3–4 км.

В работе [14] приведены результаты гидродинамического моделирования, которые показывают, что при пожаре (источнике) мощностью  $10^9$  кВт высота струи может достичь 8–10 км и при некоторых специфических условиях проникнуть сквозь тропосферу (эти данные подтверждают приведенные выше расчеты).

Отметим, что фазовые переходы, обусловленные наличием влаги в атмосфере, количество которой будет увеличиваться во время горения леса, облегчают процесс подъема воздуха в конвективных потоках за счет выделения тепла конденсации.

Расчетами показано, что вертикальные скорости воздуха в струях, распространяющихся во влажной атмосфере, примерно в два раза выше, чем в сухой. Потолок струи метеотрона в стандартной насыщенной влагой атмосфере составил приблизительно 6000 м по сравнению с 2000 м для сухой атмосферы при той же мощности источника [30].

При наиболее крупных лесных пожарах выгорание происходит на площади до 1,0% общей территории в течение месяца. Обычная высота струи дыма при таких пожарах 1,5–2,5 км. При вихревых пожарах, которые возникают локально (время горения 1–1,5 ч), конвективная струя достигает максимально высоты 5–6 км.

При городских пожарах энерговыделение на единицу площади значительно (большая концентрация горючего материала); может возникнуть огненный шторм с большей высотой подъема струи дыма, хотя он появляется не при любых пожарах. Так, по данным работы [14], при бомбардировке 49 немецких городов во время второй мировой войны американской авиацией только в четырех (Гамбург, Кассель, Дармштадт, Дрезден) возник огненный шторм (высота струи при этом в Дрездене достигла 4,9 км, в Гамбурге, по разным данным, — от 7 до 10 км).

Огненный шторм представляет собой наиболее опасный вид массового пожара. Он характеризуется слиянием большого количества пожаров в один гигантский. Конвективная активность очень сильна. Наблюдаются высокие конвективные колонки и сильные потоки воздуха (со скоростями до 34 м/с) в сторону очага горения, которые приобретают штормовой характер [31].

Итак, на основе всего сказанного представляется маловероятным про-



рыв и попадание значительного количества аэрозольных частиц при лесных пожарах в стратосферу. Более вероятен такой заброс при мощных городских пожарах.

В работе [14] подсчитано, что для случая ядерного удара мощностью 2000 Мт общая масса дыма составит 180 тераграмм, из них 150 — за счет городских пожаров; весь дым распространится в тропосфере (до 9 км) и в стратосферу не проникнет.

Отметим, что распределение частиц дыма по размерам, так же как и высокодисперсных пылевых частиц, образовавшихся при взрыве, описывается логарифмически-нормальным распределением [14]:

$$n(r) = \frac{n_0}{\sqrt{2\pi} \ln \gamma} \frac{1}{r} \exp \left[ -\frac{\ln^2(r/r_m)}{2 \ln \gamma} \right], \quad (5)$$

где  $n(r) dr$  — число частиц в интервале  $r, r + dr$ ;  $r_m$  — медианный радиус 0,1 мкм (для пыли 0,25 мкм);  $\gamma$  — мера дисперсии частиц 2,0 (ширина распределения).

В ряде работ [4, 13, 18 и др.] указывается на возможность существенного похолодания на планете в результате ядерной войны за счет экранирования солнечного излучения аэрозольными частицами, попадающими в атмосферу при взрывах и пожарах. Предсказывается наступление жестокой "ядерной зимы" со всеми вытекающими отсюда катастрофическими экологическими последствиями.

Так, в работе [18] рассматриваются сценарии ядерного удара от 100 до 25 000 Мт; в качестве основного рассматривается случай удара мощностью 5000 Мт (в Северном полушарии). Подчеркивается, что крайне важным является учет количества высокодисперсной пыли, образующейся при взрывах, способной находиться в стратосфере длительное время.

В работе [18] принято, что инъекция субмикронных частиц в стратосферу составит около 80 Мт.

Для оценки количества высокодисперсных частиц дымов, сажи, образующихся при массовых пожарах, которые последуют после взрывов, предполагалось, что в городах сгорит  $1,9 \text{ г/см}^2$  горючего вещества, в лесах —  $0,5 \text{ г/см}^2$  (на площади  $5 \cdot 10^5 \text{ км}^2$ ), общее количество дыма составит  $2,25 \cdot 10^8 \text{ т}$ , из них 5% попадает в стратосферу (выше уже отмечались и другие точки зрения).

Все это приведет к резкому увеличению оптической плотности (толщи) атмосферы  $\alpha$ , которая является безразмерной величиной, характеризующей прохождение светового пучка через газы или аэрозоль; при этом  $e^{-\alpha}$  — доля светового пучка, падающего на слой перпендикулярно, свободно проходящего через него (без рассеяния и поглощения).

Для основного сценария (5000 Мт) первоначальная оптическая плотность атмосферы (для длины волны 550 нм) составит около 4,0; из них 1,0 обусловлена стратосферной пылью и 3,0 — тропосферным дымом. Через месяц оптическая плотность все еще будет равна 2,0. Через 2–3 мес

влияние пыли будет превалировать в оптических эффектах, так как сажа и дым в основном уже будут осажены осадками. Такое изменение оптической плотности приведет к сильнейшему снижению температуры — для основного сценария в течение 3–4 нед температура снизится на 30 К и достигнет  $-23^{\circ}\text{C}$ ; отрицательные температуры сохранятся в течение нескольких месяцев. Разные модели [14] дают различные значения максимального снижения поверхностной температуры при основном ядерном ударе — от 11 до  $37^{\circ}\text{C}$ , время наступления минимальной температуры — 8–47 дней, время полувосстановления температуры — 47–300 дней. В работе [18] еще раз подчеркивается, что слои сажи в тропосфере вызовут резкое охлаждение земной поверхности на непродолжительный период времени, в то время как мелкодисперсная пыль в стратосфере вызовет длительное похолодание, продолжающееся в течение месяца, года и дольше. Здесь же подчеркивается, что если количество субмикронных частиц составит не более 10 т/кт (т.е. не более 50 Мт для общей мощности взрывов в 5000 Мт), то пылевой оптический эффект не будет превышать соответствующий эффект при крупном вулканическом извержении.

В работе [32] отмечено, что аэрозольные частицы, забрасываемые в стратосферу при крупных вулканических извержениях, могут повлиять на радиационный баланс атмосферы и на климат планеты (в сторону похолодания), однако предположительно не более чем на  $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ .

Так, по данным работы [33], максимальное снижение температуры после извержения вулкана Эль-Чичон наступит в Северном полушарии через три года и составит 0,58 К.

Предполагается, что при пожарах, которые последуют после ядерных взрывов, на промыслах и складах будет сожжено до 2,5 млрд т топлива (нефти и газа); а площадь пожаров в лесах составит  $10^6 \text{ км}^2$  [4], до 7,5 млрд т горючего материала сгорит в городах [14].

На указанной площади выгоревшего леса находится примерно  $2,2 \times 10^{16} \text{ г}$  древесины (в пересчете на сухое вещество), или  $1 \cdot 10^{16} \text{ г}$  углерода и  $10^{14} \text{ г}$  связанного азота. Если предположить, что сгорит около 25% имеющейся фитомассы, то в атмосферу будет выброшено  $2,5 \cdot 10^{15} \text{ г}$  углерода, что даст вместе со сгоревшим топливом около 4 Гт углерода ( $1 \text{ Гт} = 10^9 \text{ т}$ ). Это приведет к увеличению  $\text{CO}_2$  в атмосфере всего на 2–3 ppm (общее содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере сейчас достигает 700 Гт).

Однако, как уже указывалось, при пожарах лесов произойдет интенсивное образование высокодисперсных частиц — на 1 т сожженного материала образуется до 75 кг высокодисперсных частиц. Общее количество таких частиц достигнет  $2 \cdot 10^{14} \text{ г}$ , что сравнимо с годовым образованием аэрозольных антропогенных частиц в настоящее время (размерами менее 3 мкм).

Большое число образующихся таким образом ядер конденсации повлияет на осадкообразование.

Образующиеся при пожарах высокодисперсные аэрозоли с диаметром порядка 0,1 мкм (в том числе частицы сажи — количество их до 25%) весь

ма сильно поглощают солнечный свет в видимом и ИК-диапазоне. Сокращение интенсивности солнечного излучения на больших площадях будет наблюдаться в течение нескольких недель до 150 раз. Это сильно повлияет на состояние экологических систем, особенно морских, а также на урожай.

Осаждение частиц сажи в значительном количестве на поверхности ледников, морских льдов (и снега в зимнее время) существенно усилит их таяние и может повлиять на состояние криосферы в крупных масштабах.

Количество окиси углерода, выделяющейся при массовых пожарах, составит  $2-4 \cdot 10^{14}$  г (по углероду), окислов азота —  $0,15-0,3 \cdot 10^{14}$  г (по азоту) — это сравнимо или несколько больше ежегодного антропогенного образования этих примесей.

В атмосферу выделяются десятки тераграмм (тераграмм =  $10^{12}$  г) этилена и пропилена, которые являются важными составными элементами фотохимического смога.

Из вскрытых месторождений газа могут выходить, не сгорая, значительные количества метана ( $\text{CH}_4$ ), этана ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропана ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ). Концентрация этана может увеличиться до 50–100 ppb<sup>1</sup> (обычное содержание 1–2 ppb).

При наличии в тропосфере таких катализаторов, как окислы азота, возникает смоговая ситуация и идет интенсивное образование тропосферного озона (из метана и кислорода). Образуется опасный фитотоксикант — пероксиацетилнитрат с концентрациями 1–10 ppb (его обычное содержание 0,1 ppb). Конечно, такая ситуация будет возникать после оседания большей части аэрозольных частиц.

При этом можно ожидать возрастания концентрации тропосферного озона до 160 ppb. Возможно образование смога в глобальном масштабе. Такое увеличение тропосферного озона, этана и других малых примесей в тропосфере приведет к возникновению мощного парникового эффекта, весьма существенному изменению (стойкому повышению) средней температуры на Земле — по крайней мере на 4–5°C в среднем в Северном полушарии [5]; это возможно после оседания пыли, при "прояснениях" в атмосфере.

Так, в работе [34] показано, что рост концентрации озона в тропосфере на 30 ppb (при фоновом значении 30 ppb) ведет к увеличению температуры на 0,67°C.

Подобные явления приведут к весьма заметному изменению климата всей планеты, которое может повлечь за собой (после сильного похолодания) существенное иссушение, опустынивание, перераспределение водных ресурсов, потерю урожаев, массовое усыхание растительности.

Необходимо отметить, что влияние газовых примесей, образующихся после взрывов, и возможности возникновения в результате этого парникового эффекта не учитывались и не отмечались как важный фактор при возможных климатических изменениях ранее ни в одной опубликован-

<sup>1</sup> Здесь 1 ppb =  $10^{-9}$  по объему.



ной работе, кроме работ автора ([5] и др.). Не учитывались ранее также и эффекты воздействия радиоактивных продуктов взрыва на свойства атмосферы. Радиоактивные продукты ядерных взрывов ( $8 \cdot 10^{11}$  Ки через неделю после взрыва в предположении, что 20% энергии выделяется за счет реакции деления), равномерно распределенные в тропосфере (где окажется примерно 10% всей радиоактивности), создадут концентрацию радиоактивных продуктов взрыва в  $5 \cdot 10^{-8}$  Ки/м<sup>3</sup>.

Это приведет к более интенсивной (на два порядка) ионизации воздуха, чем ионизация, изменяющая его электропроводность на 10% [35], что повлечет к существенным изменениям свойств атмосферы.

Весьма заметным в результате ядерной войны будет и нарушение озонового слоя атмосферы. Это связано прежде всего с его разрушением в результате взаимодействия стратосферного озона с огромным количеством окислов азота, образующихся в высокотемпературной области ядерного взрыва.

Оценено, что при ядерном взрыве образуется  $(0,9 \pm 0,6) \cdot 10^{32}$ , или около  $1 \cdot 10^{32}$ , молекул окислов азота на мегатонну мощности взрыва [3]. Учитывая высоту подъема облака ядерного взрыва при различных мощностях (различные сценарии), подсчитано, что при серии ядерных взрывов мощностью  $10^4$  Мт может быть разрушено от 30 до 70% общего количества озона в озоносфере в полушарии, где были проведены взрывы, с восстановлением его до нормального состояния в течение 2–4 лет [3, 4, 6].

В связи с тем что вопросы действия короткопериодных эффектов от ядерных взрывов на стратосферный озон освещены в литературе сравнительно слабо, нами [6] детально изучено влияние мощных атмосферных ядерных взрывов мегатонного класса на озоносферу с учетом всевозможных фотохимических процессов и атмосферной диффузии.

Результаты расчетов существенно зависят от распределения окислов азота (их концентрации по высоте), а оно, в свою очередь, — от высоты подъема облака и мощности ядерного взрыва.

Высота подъема облака взрыва зависит от мощности взрыва и метеорологических условий, главным образом от распределения температуры с высотой. В экваториальных широтах, где высота тропопаузы расположена выше, уровень стабилизации облака больше, чем в полярных широтах. В средних широтах для взрывов мощностью от 10 до 40 Мт облако стабилизируется в диапазоне высот примерно 15–40 км [21], на которых находится около 80% общего количества стратосферного озона [36, 37]. Облако взрыва мощностью 1 Мт располагается ниже, примерно в диапазоне высот 10–20 км. Время подъема облака до высоты его стабилизации составляет около 10 мин.

Объем облака взрыва мощностью в 1 Мт равен примерно  $1 \cdot 10^{19}$  см<sup>3</sup> и растет пропорционально мощности. Таким образом, средняя начальная концентрация окислов азота  $\text{NO}_x$  в стабилизированном облаке взрыва

будет равна  $(0,9 \pm 0,6) \cdot 10^{13}$  мол./см<sup>3</sup> и практически не зависит от мощности взрыва.

Добавочное количество молекул озона, образующееся за счет ультрафиолетового излучения огненного шара и ионизации воздуха ядерным излучением, учитывалось лишь при больших мощностях взрыва [6].

Очевидно, что инъекция окислов азота в стратосферу изменит равновесное содержание озона в слое, занятом облаком взрыва. Для приближенных оценок изменения  $\text{NO}_x/\text{O}_x$  использовались семь основных реакций.

Скорости фотодиссоциации молекулярного кислорода ( $\text{O}_2$ ) и озона ( $\text{O}_3$ ) за счет солнечного излучения в интервале длин волн  $\lambda_1, \lambda_2$  зависят от высоты и содержания молекул  $\text{O}_2$  и  $\text{O}_3$  в столбе атмосферы над уровнем  $h$ :

$$I_x(h, D_x) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} F(\lambda) T(\lambda) S_x(\lambda) d\lambda, \quad (6)$$

где  $F(\lambda)$  — спектральная функция падающего излучения;  $T(\lambda)$  — прозрачность атмосферы (обуславливается поглощением излучения молекулами  $\text{O}_2$  и  $\text{O}_3$  и молекулярным рассеянием, зависит от содержания  $D_{\text{O}_2}$  и  $\text{O}_3$  в мол./см<sup>2</sup>);  $S_x(\lambda)$  — сечение поглощения излучения молекулой  $\text{O}_x$ .

В работе [6] представлены рассчитанные значения скорости фотодиссоциации молекул кислорода  $I_2(h, D_3)$  и озона  $I_3(h, D_3)$  как функции содержания озона  $D_3$  (мол./см<sup>3</sup>) в столбе атмосферы, полученные для ряда уровней стандартной атмосферы на широте  $\varphi = 45^\circ$  и зенитного угла Солнца  $\psi = 45^\circ$  в диапазоне длин волн  $183 \leq \lambda \leq 242$  нм. Отметим, что характер изменения  $I_2(h, D_3)$  существенно зависит от высоты.

Концентрация озона и других веществ в облаке взрыва определяется не только химическими процессами, но и динамикой расширения облака за счет атмосферной диффузии.

В качестве первого приближения было принято, что дополнительное поступление веществ ( $\text{O}_3$  и  $\text{O}_2$ ) в облако равно произведению приращения объема на его концентрацию вне облака [6]. В этом случае изменение концентрации  $[\text{O}_3]$ ,  $[\text{O}_2]$ ,  $[\text{NO}_x]$  в облаке вследствие атмосферной диффузии описывается уравнением

$$\frac{dc}{dt} = (C_\infty - C) \frac{1}{v} \frac{dv}{dt}, \quad (7)$$

где  $C$  и  $C_\infty$  — концентрация вещества в облаке и вне его;  $v$  — объем облака.

При достаточно больших временах диффузии облака, когда учет его начальных размеров не очень существен, объем облака, увеличивающегося за счет горизонтального рассеяния, определится выражением

$$v(t) = 2\pi\sigma_h^2(t) \Delta h, \quad (8)$$

где  $\sigma_h^2(t)$  — дисперсия гауссовского распределения примеси;  $\Delta h$  — вертикальный размер облака.

Экспериментальные данные показывают, что в широком интервале времени изменение горизонтальной дисперсии достаточно хорошо определяется уравнением  $\sigma_h^2(t) = \alpha^2 u^2 t^2$ , где  $u$  — скорость ветра;  $\alpha$  — численный коэффициент, зависящий от высоты подъема облака  $\alpha = \alpha(h)$ . Для верхней атмосферы  $\alpha \approx 0,03$ .

Вертикальную диффузию облака в сравнении с горизонтальной при рассмотрении относительно короткопериодных процессов можно не учитывать.

При интегрировании системы уравнений типа (3) для  $[O_3]$ ,  $[NO_2]$  и  $[O_2]$  численным методом в качестве начальной концентрации озона  $[O_3]$  в облаке задавалось его вертикальное распределение в стратосфере, взятое из работы [37].

Начальная концентрация окислов азота в облаке варьировалась от  $10^{12}$  до  $10^{13}$  мол./см<sup>3</sup> (данные работы [14] подтверждают этот интервал изменения концентрации  $NO_x$ ). На рис. 1 (а и б) представлены результаты расчетов относительного изменения  $\frac{[O_3]_t}{[O_3]_0}$  концентрации озона во времени

на разных высотах в облаке взрыва различной мощности (при скорости ветра 80 км/ч). Мощность взрыва определяет верхнюю и нижнюю границы облака и начальный горизонтальный его диаметр  $d$ .

Как видно из этого рисунка, характер разрушения озона в облаке взрыва определяется главным образом начальной концентрацией  $[NO_x]$  и в меньшей степени зависит от начальных размеров облака. Характер восстановления содержания озона в основном определяется динамикой расширения облака и существенным образом зависит от его начальных размеров.

Из рис. 1, а видно (для высоты 20 км), что, чем больше начальный горизонтальный размер облака, тем ниже минимальная концентрация озона в нем. Однако с увеличением мощности взрыва растет вертикальный размер облака, увеличивается толщина слоя  $(h_b - h)$  инъекции  $NO_x$  и, следовательно, как отмечалось, возрастает интенсивность ультрафиолетового излучения вследствие уменьшения интегрального содержания озона в слое инъекции; при этом эффект снижения минимальной концентрации озона на фиксированной высоте  $h$  с ростом мощности взрыва (при очень больших мощностях) может несколько ослабевать (см. рис. 1, а для высоты 30 км).

В табл. 2 приведены расчетные значения относительного содержания озона в вертикальном столбе, проходящем через облако ядерного взрыва, в различные моменты времени для взрывов разной мощности.

Из таблицы видно, что даже при одиночных взрывах мощностью порядка десятков мегатонн количество озона в вертикальном столбе может весьма существенно уменьшиться; время восстановления его составляет около недели.

Проведенные расчеты позволяют осуществить оценку изменения содержания озона в стратосфере при инъекции окислов азота от серии ядерных взрывов.



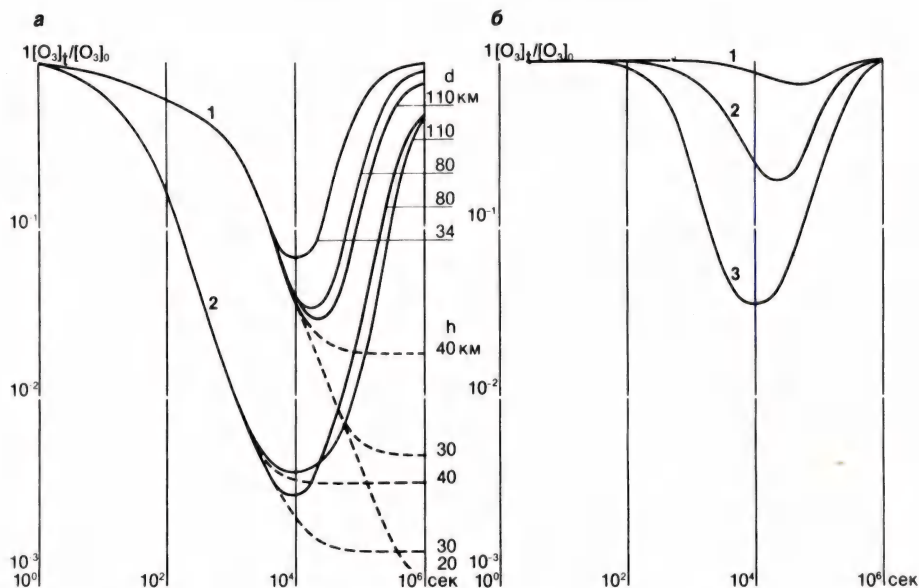


Рис. 1. Относительное изменение концентрации озона во времени на различных высотах в облаке

*a* — для концентрации  $[\text{NO}_x] = 10^{13}$  мол./см<sup>3</sup>; 1 — высота 20 км, 2 — высота 30 км; пунктиром показан выход на равновесную концентрацию озона для случая, когда концентрация  $[\text{NO}_x] = [\text{NO}] + [\text{NO}_2]$  в облаке сохраняется постоянной (не меняется со временем); приведены данные для различных диаметров облака взрыва (соответствующих различной мощности); *б* — для концентрации  $[\text{NO}_x] = 10^{12}$  мол./см<sup>3</sup>, *d* = 80 км; 1 — высота 20 км, 2 — 25 км, 3 — 30 км

При рассмотрении длительных глобальных эффектов, связанных с уменьшением содержания озона при массированном применении ядерного оружия, считается, что в стратосферу будет инжестировано количество окислов азота, соответствующее суммарной мощности ядерных взрывов  $10^4$  Мт. В этом случае можно предположить, что через определенный период времени окислы азота будут равномерно распределены в масштабе одного полушария, и при оценке их содержания в атмосфере можно использовать стационарную форму кинетических уравнений.

Для описания нового стационарного распределения озона в стратосфере в работе [38] использовалась система уравнений типа (3). Эта система уравнений решалась численным методом с использованием зависимостей для  $I_2(h, D_3)$  и  $I_3(h, D_3)$ .

На рис. 2 показано рассчитанное стационарное распределение озона для случая естественного высотного распределения в стратосфере согласно [38]; естественное распределение озона на широте  $\varphi = 45^\circ$  [37] показано точками.

Таблица 2

Относительное (в %) содержание озона в вертикальном столбе атмосферы в различные моменты времени

	$[\text{NO}_x] = 10^{12}$ мол./см <sup>3</sup>				$[\text{NO}_x] = 10^{13}$ мол./см <sup>3</sup>			
Время после взрыва, час	3,0	10	30	70	3,0	10	30	70
Мощность взрыва, Мт								
35	54	46	54	71	25	25	28	39
10	68	63	76	88	35	34	41	60
1,0	96	98	99	100	75	80	91	97

Таблица 3

Содержание озона в столбе атмосферы при разных высотах инъекции

Слой инъекции, км	15–30	20–35	25–40
Содержание озона, мол./см <sup>2</sup>	$4,1 \cdot 10^{18}$	$6,4 \cdot 10^{18}$	$7,1 \cdot 10^{18}$
Отношение к естественному содержанию $\text{O}_3$ , %	40	62	69

Несмотря на упрощенный характер модели (без учета вертикальной диффузии и при ограниченном числе рассматриваемых химических реакций), видно хорошее согласие расчетных и фактических данных в распределении озона для высот более 20 км. Это позволяет использовать простую модель для описания нового возмущенного распределения озона при инъекции большого количества окислов азота в стратосферу.

Средняя концентрация окислов азота в слое атмосферы толщиной 15 км одного полушария в случае суммарной мощности ядерных взрывов, равной  $10^4$  Мт, составит примерно  $2 \cdot 10^{11}$  мол./см<sup>3</sup> (после выравнивания концентраций). На рис. 2 (кривые 2, 3) показано установившееся распределение озона в стратосфере при инъекции окислов азота в 15-километровый слой с заданной концентрацией  $[\text{NO}_x] = 2 \cdot 10^{11}$  мол./см<sup>3</sup>. Для сравнения показаны результаты расчетов при инъекции  $\text{NO}_x$  в слои с разными (верхней и нижней) границами  $h_1$  и  $h_2$ .

Некоторое увеличение концентрации озона в нижних слоях обусловлено усилением ультрафиолетовой радиации из-за разрушения озонового слоя в верхней части стратосферы. Увеличение концентрации озона под слоем инъекции  $\text{NO}_x$  отчасти компенсирует разрушение озона в слое инъекции, причем этот эффект проявляется тем сильнее, чем выше расположен слой инъекции. Важно отметить, что сохранность части озоносферы под нижней границей облака является определяющей при конечных оценках биологи-

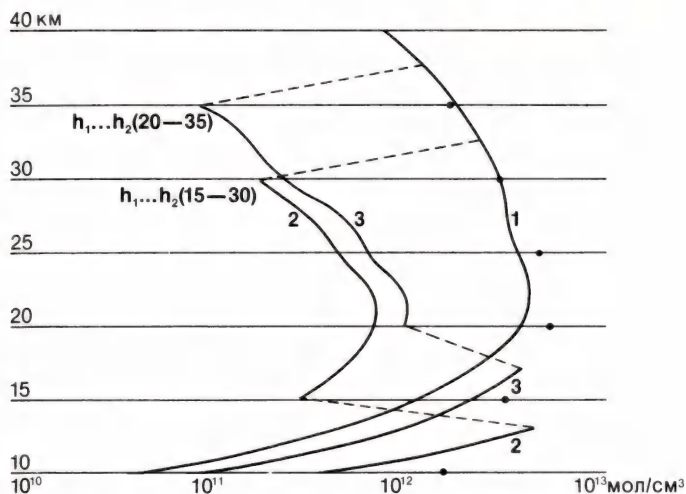


Рис. 2. Рассчитанное распределение озона в стратосфере

1 — естественное высотное распределение; 2, 3 — для случая инъекции окислов азота в различные 15-километровые слои с концентрацией  $[\text{NO}_x]$ , равной  $2 \cdot 10^{11}$  мол./см<sup>3</sup>

ческих эффектов поверхности Земли, связанных с воздействием жесткого ультрафиолетового излучения.

В табл. 3 представлены расчетные значения содержания озона во всем столбе атмосферы Северного полушария в случае суммарной мощности ядерных взрывов  $10^4$  Мт (в этом же полушарии).

Таким образом, сделанные оценки показывают, что при серии ядерных взрывов общей мощностью  $10^4$  Мт может быть разрушено от 30 до 60% общего содержания озона одного полушария в зависимости от мощности отдельных зарядов. В работе [14] для той же мощности взрывов расчет дал показатели содержания озона — от 50 до 65%.

Нарушение озонового слоя существенно влияет на прохождение через атмосферу жесткого ультрафиолетового излучения, что ведет к серьезным биологическим последствиям, а также влияет на распределение температуры в стратосфере, а следовательно, и на климат Земли.

Озонный слой является защитным экраном от проникающего ультрафиолетового солнечного излучения в области длин волн 240–320 нм (наиболее опасный диапазон для всего живого). Ультрафиолетовое излучение в области длин волн 290–320 нм эффективно поглощается нуклеиновыми кислотами в живых клетках, поэтому представляет особую опасность для всего живого.

Даже небольшое уменьшение интегрального содержания озона в атмосфере существенно увеличивает прохождение жесткого ультрафиолетового излучения в названной области [10]. Так, 20%-ное уменьшение озона



приводит к увеличению потока УФ-излучения при  $\lambda = 292,5$  нм в 30 раз, а 40%-ное — в  $10^3$  раз, при  $\lambda = 302,5$  нм — соответственно в 2,5 и 7 раз. К усилению УФ-излучения чувствительны многие наземные растения, фитопланктон в водоемах. Подсчитано, например, что уменьшение озонового слоя всего на 5% ведет к такому увеличению потока УФ-излучения, которое вызывает повышение частоты заболеваемости раком кожи у людей на 10% [3].

Из изложенных данных следует, что крупномасштабные геофизические эффекты ядерной войны приведут первоначально к резкому похолоданию на планете (в течение недель, месяцев), изменению радиационных и электрических свойств атмосферы, экранировке солнечного излучения, затем — к существенному стойкому повышению температуры (на годы), разрушению озонового слоя Земли, сильному увеличению потока жесткого ультрафиолетового излучения.

Все это повлечет за собой серьезные экологические последствия и не может не сказаться на производстве продовольственной продукции и состоянии здоровья человеческой популяции, к этому времени уже подорванного прямыми поражающими факторами ядерных взрывов, включающими огромное по своим масштабам лучевое поражение. При оценке суммарных эффектов весьма важно учитывать явление синергизма.

Серьезные экологические последствия произойдут уже в первый период (несколько недель—месяцев), прежде всего из-за резкого падения температуры и изменения количества осадков (из-за изменения оптических и электрических свойств атмосферы) [5, 10, 39]. Это вызовет гибель многих экосистем. Резкое похолодание вызовет серьезное повреждение растений, особенно в вегетационный период, задымление и помутнение атмосферы приведет к подавлению фотосинтеза, ослаблению биопродуктивности. Последующее потепление (аномальное повышение температуры по мере прояснения атмосферы) увеличит засухливость, приведет к уменьшению биопродуктивности, гибели растений, смертности животных. По мере прояснения атмосферы возрастут потоки жесткого УФ-излучения. Это отрицательно скажется на сохранившихся растениях и зрительной системе животных, поведенческих эффектах насекомых (включая опылителей). Массовая гибель видов растений и животных приведет к уменьшению генетического и видового разнообразия. Особенно сильные эффекты будут наблюдаться в тропических и полярных широтах.

Для водных экосистем уменьшение освещенности приведет к подавлению фотосинтеза, прекращению продукции фитопланктона, многие морские животные лишатся пищевой базы, произойдет вымирание организмов. Резко уменьшится биоседimentация из поверхностного слоя океана, что ослабит выведение токсичных веществ из этого слоя. При понижении температуры пресноводные водоемы покроются льдом, что приведет к частичной гибели флоры и фауны, выпадению видов.

Последующее повышение температуры приведет к "зацветанию" многих водоемов, экологическому "взрыву" — размножению некоторых водных

организмов. При этом возможно продолжение вымирания многих видов. Жесткое УФ-излучение будет подавлять фотосинтез.

Описанные выше последствия будут развиваться на фоне лучевого поражения экосистем (эффекты синергизма).

Таким образом очевидно, что ядерные взрывы, особенно при массированном применении, приведут не только к разрушительным, поражающим эффектам локального масштаба, но и вызовут серьезнейшие глобальные нарушения биосферы — необратимые изменения климата, разрушение озонового слоя Земли, нарушение атмосферы в целом, нанесут существенный ущерб и вызовут перестройку земных и водных экосистем.

Не вызывает сомнений, что крупномасштабные длительные экологические последствия ядерной войны приведут к сравнимому и даже большему ущербу и числу жертв на всем земном шаре, чем прямые поражающие воздействия ядерных взрывов.

Стоит вопрос о сохранении биосферы, всего живого на Земле, при этом крупномасштабные, глобальные геофизические и экологические последствия, их распространение и степень поражения практически не будут зависеть от местоположения самих взрывов.

## Л и т е р а т у р а

1. *Turco R.P. et al.* Analysis of the physical, chemical, optical and historical impacts of the 1980 Tunguska meteor fall// *Icarus*. 1982. Vol. 50. N 1. P. 58–64.

2. Будыко М.И., Голицын Г.С., Израэль Ю.А. Глобальные климатические катастрофы. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 158 с.

3. National Research Council: Long-term world-wide effects of multiple nuclear weapons detonations. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Sci., 1975. 216 p.

4. *Crutzen P.J., Birks J.W.* The atmosphere after a nuclear war: twilight at noon//*Ambio*. 1982. Vol. 11. N 2/3. P. 114–125.

5. Израэль Ю.А. Экологические последствия возможной ядерной войны// *Метеорология и гидрология*. 1983. № 10. С. 5–10.

6. Израэль Ю.А., Петров В.Н., Северов Д.А. О влиянии атмосферных ядерных взрывов на содержание озона в стратосфере// Там же. № 9, с. 5–13.

7. *Stenchikov G.L.* Climatic consequences of the nuclear war// *The night after... Climatic and biological consequences of nuclear war. Scientists' Warning/*

Ed. Ye. Velikhov. Moscow: Mir, 1985. P. 53–82.

8. Израэль Ю.А. О выборе основных факторов для расчетов геофизических и экологических последствий возможной ядерной войны// Докл. АН СССР. 1985. Т. 281. № 4. С. 821–825.

9. *Turco R.P.* Global Atmospheric Consequences of Nuclear War// *Marine del Rey, Cal.: Interim. Rep. Research Assoc.*, 1983. P. 144.

10. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 560 с.

11. Обухов А.М., Голицын Г.С. Возможные атмосферные последствия ядерного конфликта// *Земля и Вселенная*. 1983, № 6. С. 2–13.

12. Кондратьев К.Я., Байбаков С.Н., Никольский Г.А. Ядерная война, атмосфера и климат// *Наука в СССР*. 1985. № 2 (26). С. 2–14.

13. *The night after... Climatic and biological consequences of nuclear war. Scientists' Warning/Ed. Ye. Velikhov. Moscow: Mir, 1985. 163 p.*

14. *The effects on the atmosphere of a major nuclear exchange. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Sci. press. 1985. 193 p.*

15. Nuclear winter and associated effects: A Canadian appraisal of the environmental impact of nuclear war. Montreal: Roy. Soc. Canada, 1985. 108 p.

16. Environmental consequences of nuclear war. SCOPE 28. Vol. 1: Physical and atmospheric effects//Ed. A.B. Pittock et al. Chichester: John Wiley and Sons, 1985. 350 p.

17. Environmental consequences of nuclear war. SCOPE 28. Vol. 2: Ecological and agricultural effects//Ed. M.A. Harwell, T.C. Hutchinson. 576 p.

18. Turco R.P., Toon D.B., Ackerman T.P. et al. Nuclear winter: Global consequences of multiple nuclear explosions// Science. 1983. Vol. 222. N 4630. P. 1283–1292.

19. The effects of nuclear weapons// Ed. S. Glasstone, P. Dolan. 3rd. ed. Wash.: US Gov. Print. Off., 1977. 653 p.

20. Радиоактивные выпадения от ядерных взрывов. М.: Мир, 1968. 86 с.

21. Израэль Ю.А. Изотопный состав радиоактивных выпадений. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 52 с.

22. Израэль Ю.А. Мирные ядерные взрывы и окружающая среда. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 34 с.

23. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 82 с.

24. Cooper H.F. A summary of explosion cratering phenomena relevant to meteor impact events, in impact and explosion cratering//Ed. D.I. Roddy N.Y.: Pergamon press, 1977. P. 11–44.

25. Фрейлинг Э. и др. Образование частиц – осколков ядерного взрыва// Радиоактивные выпадения от ядерных взрывов. М.: Мир, 1968. С. 11.

26. Storebo P.B. On particle formation in nuclear bomb debris thirteen session of UNSCFAR-Discussion of meteorological problems with WMO Experts. Geneva, 1964. 62 p.

27. Петров В.Н., Прессман А.А. О неоднородности частиц примесей, выделяемых точечным источником взрыва// Докл. АН СССР. 1962. Т. 146, № 1. С. 86.

28. Израэль Ю.А. Об определении коэффициентов фракционирования и биологической доступности продуктов ядерных взрывов в радиоактивных выпадениях// Докл. АН СССР. 1965. Т. 161, № 2. С. 343.

29. Кондратьев К.Я. Извержение вулкана Эль-Чичон: Наблюдавшиеся и возможные воздействия на атмосферу. М., 1983. 42 с. Препр.

30. Вульфсон Н.И., Левин Л.М. Исследование распространения струи метеотрона в облачной среде применительно к активным воздействиям// Физика облаков и активных воздействий. М., 1981. С. 50–68. (Тр. ИПГ; Вып. 46).

31. Fendell F.E. Observation of plume heights and ash transport in large fires// The effects on the atmosphere of a major nuclear exchange. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Sci. press, 1985. P. 97–100.

32. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1979. 116 с.

33. Robock A. El chichon could cause considerable cooling. Univ. Maryland, 1982. 34 P. Prepr.

34. Кароль И.Л. и др. Газовые примеси в атмосфере. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 90 с.

35. Израэль Ю.А., Назаров И.М., Рябошапко А.Г. Проблема антропогенных выбросов криптона-85 в атмосферу// Метеорология и гидрология. 1982. № 6. С. 5–15.

36. Александров Э.Л., Седунов Ю.С. Человек и стратосферный озон. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 104 с.

37. Nicolet M. Stratospheric ozone: An introduction of its study//Rev. Geophys. Space Phys. 1975. Vol. 13. N 5. P. 35–41.

38. Hidalgo H., Crutzen P. The tropospheric and stratospheric composition perturbed by NO<sub>x</sub> emissions of high-altitude aircraft//J. Geophys. Res. 1977. Vol. 82. N 37. P. 26–34.

39. Ehrlich P.R. Long-term biological consequences of nuclear war//Science. 1983. Vol. 222. N 4630. P. 1283–1300.



## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ: ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ КЛИМАТА ВЦ АН СССР**

*Г.Л. Стенчиков*

Впервые в 1982 г. Крутценом и Бирксом [1] были оценены новые по сравнению с ранее обсуждавшимися в отчете Национальной академии наук США [2] эффекты массированных ядерных бомбардировок на климат Земли. Эти эффекты связаны с загрязнением атмосферы мелко-дисперсной пылью в результате наземных взрывов и сажевым аэрозолем во время массовых пожаров. Твердый углеродный аэрозоль наиболее интенсивно поглощает коротковолновую солнечную радиацию. Облака дыма могут практически блокировать приток солнечной энергии к поверхности Земли в "военном" Северном полушарии. Энергетический режим климатической системы кардинально изменится. Температура воздуха над материками упадет на десятки градусов. Нелинейная реакция системы на сильное возмущение приведет к изменению метеорологического фона и стабилизации загрязнения в атмосфере в течение длительного времени.

Масштаб похолодания определяется сценарием военных действий, распределением целей, типом и мощностью взрывов, эффективностью генерации дыма во время пожаров, микрофизическими процессами в сажевых облаках, зависит от сезона года и оптических характеристик аэрозоля. Оценки этих факторов были проведены группой американских ученых Турко, Туном, Акерманом, Поллаком и Саганом, сокращенно обозначаемой ТТАПС [3], с помощью одномерной радиационно-конвективной модели. Оценивая мировой стратегический ядерный потенциал в 12 000 Мт тротилового эквивалента, авторы рассмотрели сценарии ядерных войн с суммарной мощностью взрывов от 100 до 25 000 Мт [3].

Многие важные военные и индустриальные объекты расположены в зонах высокой урбанизации. Поэтому, по-видимому, от 15 до 30% стратегического потенциала будет направлено на разрушение крупных городов и индустриальных комплексов.

Мощные околоземные ядерные взрывы с тротиловым эквивалентом более 100 кт будут использованы для разрушения промышленных и оборонных объектов. Взрыв в 1 Мт продуцирует до  $6 \cdot 10^5$  т мелкодисперсной пыли, заметная доля которой попадает в нижнюю стратосферу, где может удерживаться более года [3], и определяет, так же как и газовые добавки, долговременные остаточные климатические эффекты.

Взрывы в атмосфере будут вызывать пожары на огромных площадях. Например, 1 Мт достаточно, чтобы сжечь до 500 квадратных километров лесов или перенасыщенный высокомолекулярными горючими веществами большой город с миллионным населением. От двух до восьми процентов

массы вещества, сгоревшего при пожарах лесов, городов, промышленных объектов, хранилищ топлива, превратится в дым. Наибольшее загрязнение атмосферы связано с городскими пожарами, где плотность горючего достигает сотен килограммов на квадратный метр.

При так называемой атаке на города [3] всего 100-мегатонного суммарного заряда достаточно, чтобы сжечь крупнейшие центры урбанизации и выбросить в атмосферу около 200 Тг сажи, среднеполусферная оптическая толщина которой достигает значения  $\tau_N \approx 3$ .

Согласно базовому сценарию мощностью 6500 Мт, разработанному в отчете Национальной академии наук США 1985 г. [4], в результате городских пожаров будет выделено 150 Тг дыма, а лесные пожары добавят еще 30 Тг. Среднеполусферное отношение смешения аэрозоля составит приблизительно  $n_N \approx 10^{-6}$  г/г, поверхностная плотность будет порядка 2 г/м<sup>2</sup>. Средняя по северной полусфере оптическая толщина экстинкции  $\tau_e \approx 4$ , а оптическая толщина поглощения  $\tau_a \approx 1,4$ .

Оценки, проведенные с помощью простейших одномерных моделей, показывают, что современных запасов ядерного оружия вполне достаточно, чтобы разрушить не только созданные человеком общественные и хозяйственные комплексы, но и природные системы. Мировая ядерная война приведет к катастрофе геологического масштаба. Изменится климат Земли. Будет уничтожена биосфера. Сожжены леса и степи, разрушены города и промышленность. Уничтожены люди и животные. Лицо Земли будет изуродовано до неузнаваемости, и раны эти никогда не заживут. Пережившие первый удар люди окажутся в условиях жестокого холода, отсутствия воды, пищи, топлива, под воздействием мощной радиации, загрязнителей, болезней, в условиях предельного психологического стресса, среди хаоса разрушенной цивилизации и уничтоженной живой природы.

Таким образом, всестороннее исследование климатических последствий ядерной войны, уточнение расчетов, включение новых физических механизмов, использование трехмерных гидродинамических климатических моделей актуально по крайней мере с точки зрения продолжения человеческого рода и сохранения цивилизации.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Работы по моделированию климата были развернуты в ВЦ АН СССР около десяти лет тому назад по инициативе академика Н.Н. Моисеева. Целью наших исследований [5, 6] был расчет малых изменений климата в результате антропогенных воздействий на климатическую систему, оценки экологических последствий и влияния на экономику.

Возмущение климатической системы в результате загрязнения атмосферы Северного полушария во время ядерных бомбардировок и пожаров не является малым. В возмущенной атмосфере кардинально изменяются поглощение солнечного излучения, гидрологический цикл, термический режим и общая циркуляция атмосферы. Для описания всего комплекса



нелинейных климатических процессов необходимо использовать самосогласованные гидродинамические модели климатической системы.

Информация относительно уровня загрязнения и оптических характеристик аэрозоля является исходной для оценки климатических последствий ядерной войны. Начальное распределение дыма в атмосфере определяется конкретным сценарием военных действий, физическими процессами во время сильных пожаров, микрофизикой аэрозоля, конкретной метеорологической ситуацией и т. д. Пространственно-временные масштабы мощных пожаров и микрофизических явлений в дымовых облаках малы по сравнению с масштабами планетарных процессов, описываемых климатическими моделями. Исследование этих процессов представляет самостоятельную сложную задачу, в настоящее время далекую от разрешения. Например, по оценкам, приведенным в отчете [4], скорость вымывания аэрозоля в четыре раза выше, чем соответствующие значения, использованные в работах группы ТТАПС [3]. А в расчетах сотрудников Ливерморской лаборатории Мак-Кракена и Уолтона [7] найдено, что самоочищение возмущенной атмосферы происходит в четыре раза медленнее, чем в [3]. Чрезвычайно сложно оценить эффективность выноса дыма в верхнюю тропосферу во время сильных пожаров. Этот процесс определяет начальное вертикальное распределение примесей, очень важное для установления температурного режима системы и реализации процессов вымывания аэрозоля. Расчет огненного шторма в Денвере, проведенный Коттоном [8], показывает, что более 40% дыма может быть вынесено в верхнюю тропосферу. Однако во время второй мировой войны из 49 немецких городов, подвергшихся массированным бомбардировкам, только в четырех: Гамбурге, Касселе, Дармштадте и Дрездене — возникали огненные штормы. Гамбург сгорел летом, 27–28 июля 1943 г. Плотность горячего достигала значений  $300 \text{ кг/м}^2$ . Высота огненного смерча достигала 10 км. Дрезден сгорел в конце зимы, в середине февраля 1945 г. Пожар длился 7 дней и 8 ночей.

Ядерное оружие обладает более высокой "эффективностью", чем обычные вооружения, использовавшиеся во время второй мировой войны. Однако и в случае использования ядерного оружия трудно указать условия возникновения мощных пожаров. В Нагасаки сгорело всего  $7 \text{ км}^2$  городских построек при взрыве атомной бомбы мощностью 22 кт, а в Хиросиме —  $13 \text{ км}^2$  при взрыве бомбы в 12 кт. Различия этих двух пожаров объясняются сильной зависимостью площади загорания и скорости распространения фронта пламени от топографии местности, плотности застройки города и метеорологической ситуации.

В настоящее время невозможно дать гарантированные оценки вероятности возникновения огненных штормов и уровня загрязнения верхних слоев тропосферы. Но даже если дым первоначально будет сконцентрирован в нижнем пятикилометровом слое атмосферы, то, как показано в двухмерных расчетах, приведенных в работе [9], крупномасштабные гидродинамические течения, возникающие в результате перераспределения пог-



лощения солнечного излучения в "грязной" атмосфере, могут вынести значительную его часть в верхнюю тропосферу и даже стратосферу.

Исследования климатических последствий ядерной войны в ВЦ АН СССР связаны с расчетом долговременных больших флуктуаций климатической системы в результате мгновенного заданного изменения оптических характеристик атмосферы Северного полушария. Упор был сделан на исследовании изменений режима общей циркуляции атмосферы, учете реальных орографии и географии Земли, описании долговременных эффектов взаимодействия атмосферы и океана, выявлении кардинальных перестроек атмосферной физики и на этой базе уточнении описания процессов в "грязной" атмосфере.

По сравнению с одномерными оценками изменения термического режима выделенного столба атмосферы, проведенными советскими и зарубежными авторами [3, 10, 11], расчеты трехмерной эволюции системы океан-атмосфера, впервые выполненные в ВЦ АН СССР [12-15], позволили выявить ряд новых качественных особенностей процесса, рассчитать характерные времена региональных и глобальных перестроек циркуляции атмосферы, оценить реакцию океана и т. д..

Сопоставление наших результатов с расчетами американских ученых [16], исследовавших с помощью более подробной модели начальную стадию климатической флуктуации, проведенное в совместной работе [17], выявляет количественную и качественную согласованность описания мощного климатического сигнала, возбужденного катастрофическим воздействием ядерной войны на природные системы.

Ниже кратко излагаются физические концепции, положенные в основу климатических исследований в ВЦ АН СССР, и приводятся результаты вычислительных экспериментов, моделирующих изменение климатического режима после ядерной войны.

### МОДЕЛЬ КЛИМАТА ВЦ АН СССР

Климатическая модель ВЦ АН СССР предназначена для исследования крупномасштабных долговременных глобальных и региональных климатических сдвигов, вызванных изменением свойств системы в результате антропогенных или естественных процессов. Модель климата включает гидродинамическую модель общей циркуляции атмосферы и термодинамическую модель верхнего слоя океана.

Модель атмосферы выполнена на основе двухуровневой модели Минца-Аракавы [18], и она в рамках примитивных уравнений [19] описывает атмосферные движения в слое от поверхности Земли, где давление воздуха равно приземному  $p = p_s(\varphi, \lambda)$ , до изобарической поверхности, соответствующей давлению  $p_T = 200$  мб и приближенно аппроксимирующей границу между стратосферой и тропосферой. Здесь  $\varphi$  и  $\lambda$  — широта и долгота соответственно. Механизм конвективного приспособления параметризует вертикальную конвекцию и процессы формирования облачности и осадков.

Перенос излучения рассчитывается в двухпоточковом приближении по функциям пропускания, полученным в работе [20].

Модель верхнего слоя океана — термодинамическая, без учета гидродинамических течений, с параметризованной термической структурой [21]. Такая модель позволяет учесть влияние океанского энергетического резервуара на эволюцию климатической системы.

Конечно-разностная аппроксимация уравнений, описывающих эволюцию атмосферы и верхнего слоя океана, выполнена на всей сфере на сетке  $12^\circ$  по широте и  $15^\circ$  по долготе. Учтены реальные география и рельеф суши. Для расчета атмосферных движений использована схема Аракавы. По вертикали тропосфера ( $p \geq p_T$ ) разбита на два слоя одинаковой массы. Величины в верхнем слое будут маркироваться цифрой 1, а в нижнем — цифрой 2.

Динамические процессы в стратосфере ( $p < p_T$ ) не описываются, но параметризуется ее загрязнение и аномальное поглощение солнечного излучения. "Грязная" стратосфера поглощает заметную долю солнечного потока. Теплоемкость и оптическая толщина стратосферы для теплового излучения малы. Предполагается, что всю поглощенную солнечную энергию стратосфера переизлучает в длинноволновом диапазоне — одну половину в космос, а другую — на верхнюю границу тропосферы.

Условие непротекания и кинематическое условие на свободной поверхности использованы для гидродинамических уравнений соответственно на подстилающей поверхности и на верхней границе расчетной области при  $p = p_T$ . Теплоемкость деятельного слоя суши считается бесконечно малой, на ее поверхности задается условие баланса потоков тепла, поглощение солнечной энергии, и притоки энергии из атмосферы компенсируются тепловым излучением поверхности. Температура океана уменьшается в соответствии с его эффективной теплоемкостью в результате передачи энергии атмосфере. Солнечный поток постоянен во времени и на каждой широте равен своему среднегодовому значению. Альбедные характеристики поверхности Земли, распределение морских и материковых льдов и снежного покрова фиксированы на среднегодовом уровне.

Расчеты, проведенные с разумных начальных распределений температуры, скоростей, давления и влажности при современных невозмущенных характеристиках климатической системы, приводят к установлению нестационарного квазиравновесного решения с практически постоянными средними по пространству характеристиками. Время установления квазиравновесия приблизительно равно одному году при асинхронном режиме вычисления атмосферных и океанских величин [5]. Для его достижения требуется 40 ч расчетов на ЭВМ БЭСМ-6.

Использование грубой пространственной сетки в атмосферной модели приводит к нарушению аппроксимации уравнений уже на циклонических масштабах, подавлению вихревых потоков энергии и импульса, вызывает нарушение термического режима моделируемой системы. Чтобы скомпенсировать эффекты грубой сетки, в модели был модифицирован блок ра-

70

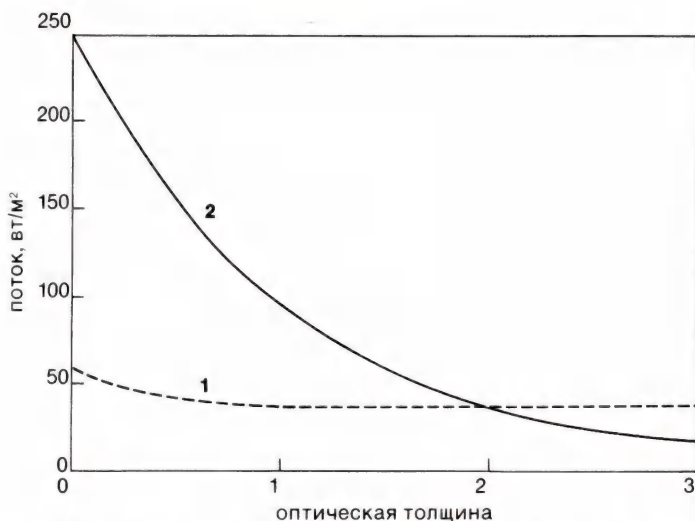


Рис. 1. Зависимость долей солнечного потока, отраженного атмосферой (1) и достигающего поверхности (2), от оптической толщины загрязнения

диационного переноса, исследовались различные параметризации вихревого переноса [22, 23].

В описанной конфигурации модель была использована для исследования парникового эффекта углекислого газа [5] и роли естественного аэрозольного загрязнения в установлении энергетического баланса климатической системы [15]. Расчеты удовлетворительно согласуются с результатами других авторов. Модель обладает несколько заниженной чувствительностью, что объясняется грубым пространственным разрешением и отсутствием самосогласованного описания морских льдов и снежного покрова.

Квазиравновесные поля, соответствующие невозмущенной атмосфере, согласуются со среднегодовыми характеристиками земного климата и используются в качестве начальных условий при исследовании чувствительности климатической системы.

При моделировании климатических последствий ядерной войны предполагалось, что в начальный момент мгновенно изменяются оптические свойства атмосферы Северного полушария, что приводит к отклонению от квазиравновесного климатического режима.

Поглощение солнечного излучения в "грязной" атмосфере рассчитывается по закону Бутера. Рассеяние и влияние аэрозоля на перенос теплового излучения не учитываются. На рис. 1 приведены кривые, демонстрирующие зависимость отраженного атмосферой и достигающего подстилающей поверхности потоков солнечного излучения от оптической толщины атмосферы.



Первые вычислительные эксперименты были проведены при фиксированном распределении аэрозоля [12, 13, 24].

В исследованиях [14, 15] транспорт аэрозоля рассчитывался с помощью уравнения переноса

$$\frac{\partial}{\partial t} (\pi n) + \operatorname{div} (\pi n \mathbf{V}) + \frac{\partial}{\partial \sigma} (\pi n \dot{\sigma}) = 0. \quad (1)$$

Здесь  $\pi = p_S - p_T$ ;  $\mathbf{V}$  — вектор горизонтальной скорости;  $\sigma$  и  $\dot{\sigma}$  — вертикальные координата и скорость в  $\sigma$ -системе координат;  $n$  — нормированное на начальное значение отношение смещения аэрозоля. Подсчетные мелко-масштабные микрофизические процессы самоочищения атмосферы учитывались путем задания зависимости от времени оптической толщины аэрозоля

$$\tau = \tau_0(t) \quad (2)$$

в столбе атмосферы с единичной концентрацией примесей в слоях  $n_1 = n_2 = 1$  и полным перепадом давления  $p_0 = 1000$  мб. Таким образом, описание гидродинамического переноса и процессов коагуляции, седиментации и вымывания аэрозольных частиц расщепляется. Распространение аэрозоля рассчитывается согласно уравнению (1). Просветление атмосферы из-за уменьшения суммарной массы и изменения функции распределения частиц пыли и сажи в результате микрофизических процессов задается зависимостью (2). Локальные оптические толщины загрязнения в стратосфере  $\tau_S$ , в верхнем  $\tau_1$  и нижнем  $\tau_2$  слоях тропосферы пропорциональны безразмерной концентрации аэрозоля, относительной массе столба воздуха и оптической толщине (2):

$$\begin{aligned} \tau_S(t) &= \frac{n_1 p_S p_T}{p_0 (p_S + p_T)} \tau_0(t), \\ \tau_1(t) &= \frac{n_1 p_S \pi}{2 p_0 (p_S + p_T)} \tau_0(t), \\ \tau_2(t) &= \frac{n_2 p_S}{2 p_0} \tau_0(t). \end{aligned} \quad (3)$$

Расчет оптических характеристик "грязной" атмосферы, согласно уравнениям (1)–(3), обладает рядом недостатков. Прежде всего очищение верхней и нижней тропосферы происходит с одинаковой скоростью. Однако в реальности эти процессы неоднородны по высоте. В нижней тропосфере, где содержится основная часть атмосферной влаги, аэрозоль вымывается быстрее, чем в сухих верхних слоях тропосферы. Эта неоднородность особенно важна для описания медленных процессов вертикального переме-

пирования примесей при преимущественном загрязнении нижних слоев атмосферы.

В последней серии экспериментов [25], проведенных весной 1985 г. в ГДР совместно с сотрудником Центрального института электронной физики П. Карлом, транспорт аэрозоля описывался уравнением

$$\frac{\partial}{\partial t}(\pi n) + \operatorname{div}(\pi n \vec{V}) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(\pi n \dot{\sigma}) = -nQ, \quad (4)$$

аналогичным (1), но содержащим источник  $Q$ , определяющий неравномерное по высоте вымывание и выпадение аэрозольных частиц. Скорость убывания концентрации аэрозоля

$$Q = - \frac{1}{n} \frac{dn}{dt}$$

в верхней тропосфере принималась постоянной

$$Q = 3 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1} \quad (5)$$

в соответствии с оценками [3, 4], а в нижней тропосфере — зависящей от осадков PREC, заданных в миллиметрах в сутки:

$$Q = \min \{ 8 \cdot 10^{-7} + 0,73 \cdot 10^{-7} \cdot \text{PREC}, 3 \cdot 10^{-6} \}. \quad (6)$$

Нижнее значение в (6)

$$Q = 8 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$$

соответствует оценкам [3], а верхнее значение

$$Q = 3 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1},$$

достигающееся при скорости выпадения осадков  $\text{PREC} \geq 30 \text{ мм/сут}$ , согласуется с базовым сценарием [4].

Согласно соотношениям (5) и (6), время жизни аэрозольных частиц в верхней тропосфере около 40 сут, а в нижней — 8–10 сут при расчетном уровне осадков. Параметризация микрофизических процессов выбрана с таким расчетом, чтобы в нижнем пределе скорость самоочищения совпала с оценками [3], а в верхнем — с базовым сценарием [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Уже первые вычислительные эксперименты выявили необходимость уточнения и модификации математического описания эволюции атмосферы и океана. В процессе исследований модель уточнялась, вводились новые, важные для изучения больших вариаций климата, инициированных ядерной войной, физические процессы. Ниже последовательно излагаются результаты наших поисков.

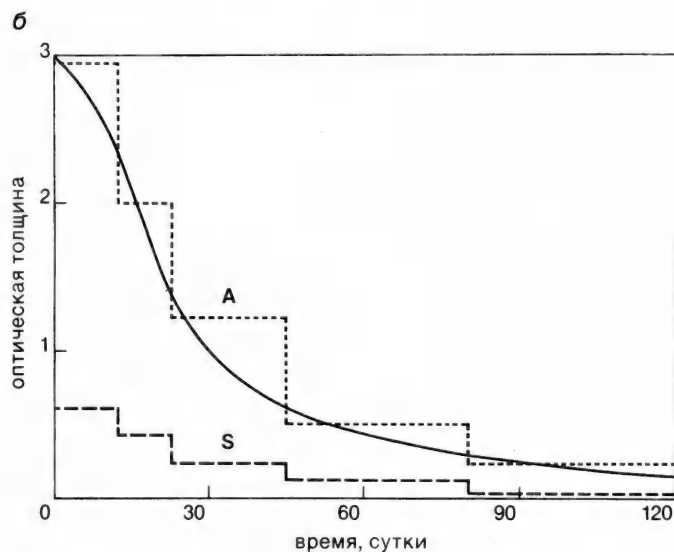
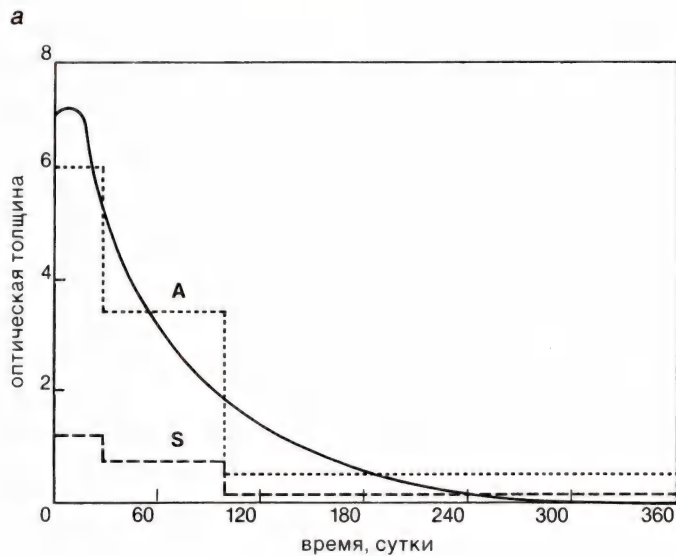
Первые вычислительные эксперименты, поставленные с моделью ВЦ АН СССР, были проведены при фиксированном распределении аэрозоля [12, 13, 24]. Вначале климатическая система находилась в квазиравновесном состоянии. Атмосфера севернее  $12^\circ$  с. ш. внезапно равномерно по массе и площади загрязнялась сажевым аэрозолем. Безразмерные отношения смещения в слоях  $n_1$ ,  $n_2$  считались фиксированными. Оптические толщины стратосферы и тропосферных слоев рассчитывались по формулам (3). Контрольная оптическая толщина  $\tau_0(t)$  была заимствована из работы [3]. Было рассмотрено два предельных сценария, соответствующие суммарной мощности взрывов 10 000 и 100 Мт (рис. 2 а, б). Война в 10 000 Мт соответствует крупномасштабному ядерному обмену. Начальное загрязнение столь велико, что солнечный поток у поверхности уменьшается более чем в 400 раз. Характерное время самоочищения порядка 3—4 мес. Война в 100 Мт соответствует так называемой "атаке на города", когда целенаправленное использование 1% ядерного боезапаса позволяет произвести около 200 Тг дыма со средней оптической толщиной в загрязненной области  $\tau_0 \approx 3$ , что соответствует ослаблению солнечного потока у подстилающей поверхности в 20 раз. Характерное время самоочищения — порядка месяца. Подчеркнем, что начальные среднеполусферные значения оптической толщины в обоих вариантах составляют соответственно 4,8 и 2,4.

Резкое увеличение поглощения солнечного излучения в атмосфере кардинально меняет энергетический режим земной климатической системы.

Главным климатическим эффектом является резкое и исключительно сильное охлаждение воздуха над континентами. На рис. 3 показаны изменения  $\Delta T_G$  и  $\Delta T_L$  глобальной средней по массе температуры  $T_G$  атмосферы и глобальной средней температуры  $T_L$  воздуха около поверхности суши в зависимости от времени, прошедшего от начала конфликта. Видно, что в обоих расчетах температура за первую декаду падает более чем на  $15^\circ$  С, а затем начинает медленно повышаться. Первоначальное падение температуры объясняется экранированием солнечного излучения и быстрым охлаждением тонкого термически активного слоя суши. Температура  $T_0$  поверхности океана меняется слабо. Однако в целом система с грязной атмосферой поглощает больше энергии. Среднемассовая температура воздуха растет за счет нагрева верхних слоев тропосферы. Медленный нагрев околосредних слоев воздуха связан прежде всего с увеличением нисходящих потоков теплового излучения и просветлением атмосферы.

Кривые на рис. 3 характеризуют лишь среднюю глобальную ситуацию. Реальные географические контрасты существенно больше. На рис. 4, а, б показаны карты падения температуры воздуха у подстилающей поверхности через месяц после начала конфликта для вариантов в 10 000 и 100 Мт соответственно. Максимальные падения температуры, локализованные на севере Европы и Сибири, на Аляске, в Северной Америке, Центральной и





**Рис. 2.** Оптическая толщина "грязной" атмосферы как функция времени  
 Сплошная кривая соответствует сценарию войны в 10 000 Мт (а) и 100 Мт (б). Пунктирные кривые — использованные в расчетах аппроксимации оптической толщины всей атмосферы (А) и стратосферы (S)

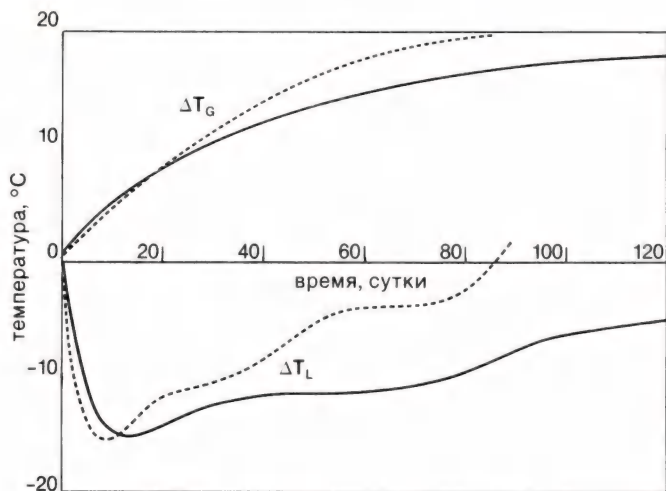


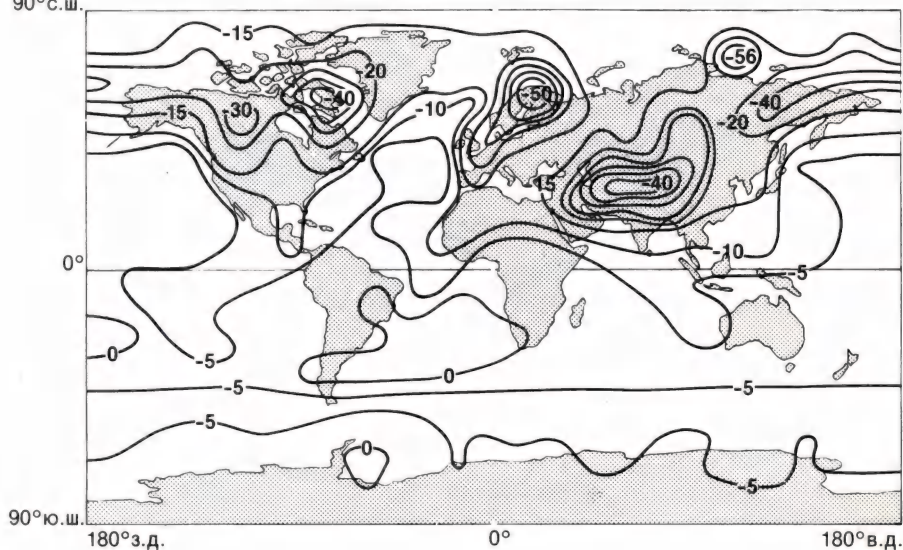
Рис. 3. Изменения глобальной средней по массе температуры атмосферы  $T_G$  и глобальной средней температуры воздуха у поверхности Земли  $T_L$  как функция времени. Сплошные кривые соответствуют варианту  $\tau_0(0) = 6$ , пунктирные —  $\tau_0(0) = 3$ .

Южной Азии, достигают нескольких десятков градусов. На рис. 4, а видны сильные изменения температуры в экваториальном поясе: падение порядка  $10^\circ\text{C}$ , и в Южном полушарии — приблизительно  $5^\circ\text{C}$  ниже нормы. Во втором, более мягком из рассматриваемых здесь вариантов ( $\tau_0(0) = 3$ ), затемнение атмосферы и оптическая толщина пыли и сажи существенно меньше (рис. 4, б), чем в первом жестком варианте ( $\tau_0(0) = 6$ ). На начальной стадии процесса в этом расчете потоки солнечного излучения почти в 20 раз больше, чем в жестком варианте. Однако на рис. 4, а, б отчетливо проявляются корреляции температурных полей в течение первого месяца после конфликта в обоих расчетах. Падение температуры ниже нормы в мягком варианте достигает значений  $56$  и  $65^\circ\text{C}$  на севере Европы и на Кольском полуострове,  $43^\circ\text{C}$  — в Северной Америке,  $45^\circ\text{C}$  — на Аляске и  $41^\circ\text{C}$  — на юге Азии. Это указывает, с одной стороны, на устойчивость результатов в широком диапазоне изменения оптических характеристик атмосферы, а с другой — на весьма низкий порог по интенсивности ядерного конфликта, способного вызвать катастрофические климатические и экологические сдвиги. Оптическая толщина  $\tau_0 = 3$  лежит, по-видимому, уже выше уровня насыщения.

С течением времени просветление атмосферы и перенос тепла от верхних перегретых слоев тропосферы приводит к повышению температуры воздуха у поверхности в Северном полушарии. На рис. 4, в показаны поля падения температуры воздуха около поверхности земли через 3 мес в варианте с  $\tau_0(0) = 3$ . Видно, что похолодание сохраняется еще значительным.

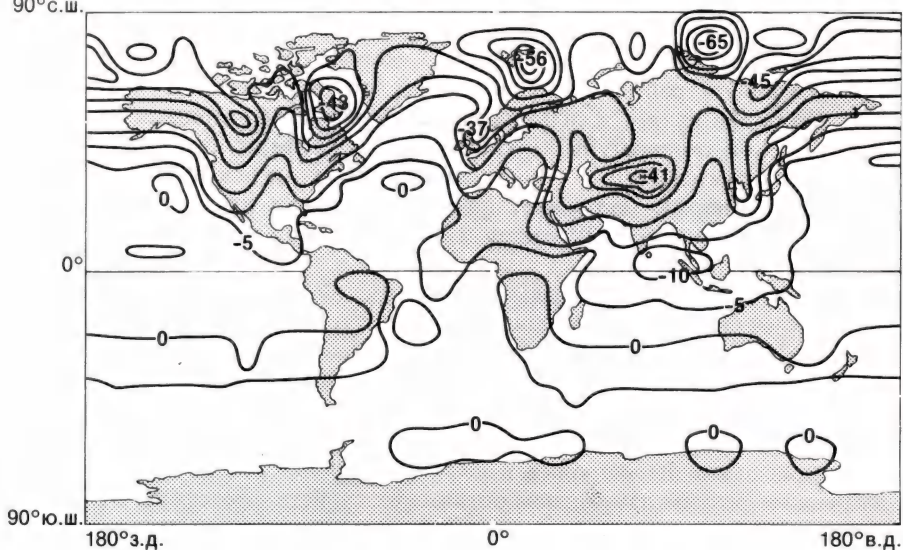
**а**

90°с.ш.



**б**

90°с.ш.



**Рис. 4.** Изменение температуры воздуха у поверхности Земли

**а** – на 40-й день после ядерного конфликта при  $\tau_0(0) = 6$ ; **б** – на 30–40-й дни после ядерного конфликта при  $\tau_0(0) = 3$ ; **в** – на 80–90-е сутки после ядерного конфликта при  $\tau_0(0) = 3$



90° с. ш.

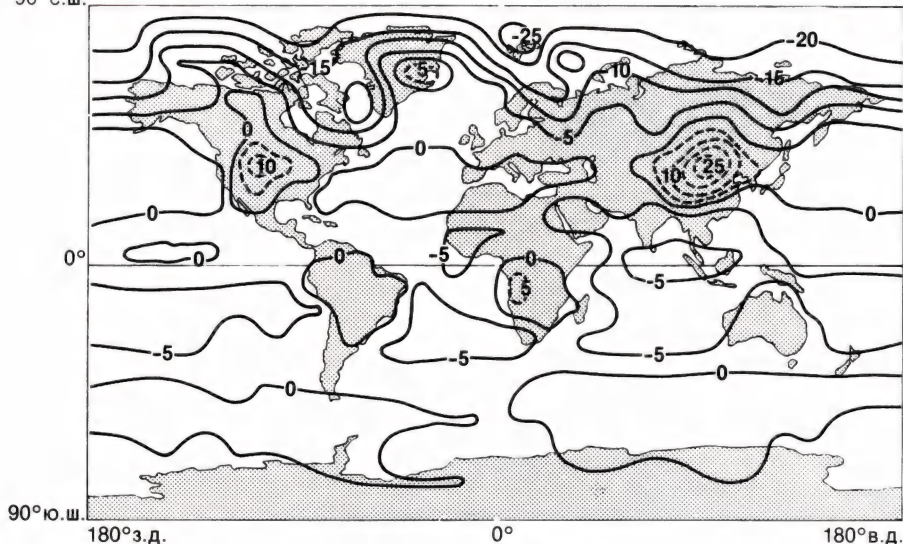


Рис. 4 (окончание)

Падение температуры остается ниже нормы на  $10^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке Северной Америки, в Центральной и Северной Европе, на  $5^{\circ}\text{C}$  — на Аравийском полуострове и в тропиках Северного и Южного полушарий. Важным эффектом является сильный прогрев воздуха над горными массивами из-за высокой температуры верхних слоев тропосферы. Над Кордильерами воздух становится на  $6-7^{\circ}$ , над Андами на  $5-6^{\circ}$  и над Тибетом почти на  $25^{\circ}\text{C}$  теплее нормы. Это может привести к резкому изменению теплового режима и таянию горных снегов и ледников и к наводнениям континентального масштаба.

Океан в силу его колоссальной термической инерции будет охлаждаться медленнее. Среднее уменьшение температуры его поверхности даже в жестком варианте не превышает  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Поэтому воздух над океанами охлаждается всего на несколько градусов. Вдоль морского побережья вследствие огромного температурного контраста между остывшей сушей и медленно остывающим океаном возникнут жестокие ураганы.

Кардинальные перестройки в энергоснабжении климатической системы, вызванные резким изменением оптических свойств атмосферы в коротковолновой области спектра, приводят к нарушению и перестройке фундаментальных физических процессов в атмосфере.

В низких широтах Южного полушария атмосфера становится сверхустойчивой, а в Северном полушарии вертикальный градиент температуры меняет знак. В этой ситуации вертикальная конвекция подавляется, коли-

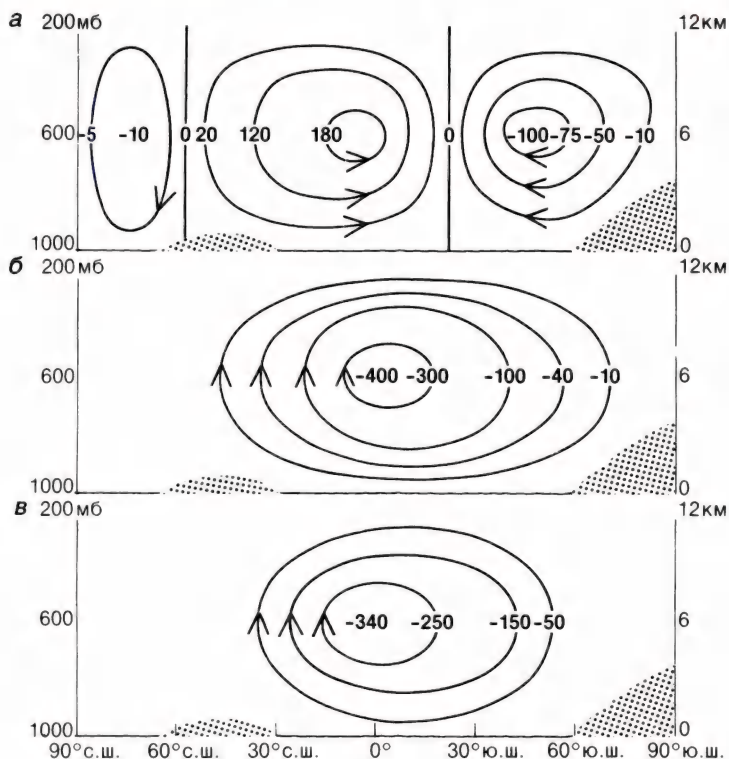


Рис. 5. Линии уровня зонального среднего потока массы воздуха в  $10^6$  т/с в невозмущенной атмосфере (а) и через три месяца после конфликта при  $\tau_0(0) = 6$  (б) и  $\tau_0(0) = 3$  (в)

чество осадков над континентами падает практически до нуля и естественное самоочищение атмосферы, связанное с осаждением и вымыванием грязи, будет происходить гораздо медленнее, чем обычно.

Неравномерный нагрев полушарий является причиной сильных изменений механизма общей циркуляции атмосферы и резкого увеличения межполушарного обмена массой. На рис. 5, а видно, что в невозмущенной атмосфере существуют две главные ячейки меридиональной циркуляции, при этом воздушные массы обоих полушарий динамически хорошо отделены друг от друга. Температурный контраст между полушариями перестраивает циркуляцию таким образом, что возникает одна мощная межполушарная ячейка циркуляции (рис. 5, б, в). Характерное время установления такой циркуляции — порядка месяца. Интенсивный межполушарный обмен массой повлечет за собой активное загрязнение Южного полушария сажей и пылью. Характерное время перемешивания также оказывается порядка одного месяца.

Сопоставление расчетов, соответствующих суммарной мощности взрывов в 10 000 и 100 Мт, показывает, что начальная стадия и максимальная амплитуда похолодания в обоих случаях практически одинаковы. Таким образом, оптические толщины 3 и 6 лежат выше уровня насыщения и вызывают максимально возможные термические сдвиги. Суммарная масса аэрозоля определяет длительность похолодания. Характерное время "ядерной зимы" в жестком варианте — порядка года, а в мягком — трех месяцев.

Расчеты показывают, что в возмущенной атмосфере циркуляция меняется таким образом, что облака дыма будут переноситься в Южное полушарие. Таким образом, проведенные оценки похолодания, по-видимому, оправданы в Северном полушарии и требуют уточнения в тропиках и южных широтах, где на изменение термического режима существенное влияние окажет перенос оптически активных примесей.

В расчетах [16], проведенных с помощью модели общей циркуляции атмосферы Национального центра атмосферных исследований США (НЦ АИ), использованы вдвое более точная горизонтальная пространственная аппроксимация и девять уровней по вертикали. Температура поверхности океана фиксировалась, и расчеты проведены для перманентных января и апреля в течение 20 сут. Начальное загрязнение равномерно распределено в тропосфере в области между  $30^\circ$  и  $70^\circ$  с. ш. Географические распределения и оптические характеристики загрязнения фиксировались. Сопоставление результатов [12] и [16], проведенное в работе [17], выявляет качественную и количественную согласованность начальной эволюции климатической системы после ядерного конфликта, рассчитанной с помощью моделей ВЦ АН СССР и НЦ АИ США.

#### ПОДВИЖНЫЙ АЭРОЗОЛЬ

Вычислительные эксперименты [14, 15] впервые были проведены с учетом гидродинамического переноса оптически активных примесей и обратного воздействия на энергетические и динамические процессы. Были рассмотрены те же сценарии (см. рис. 2). На фоне квазиравновесного решения атмосфера, так же как и в исследованиях [13, 14, 24], мгновенно загрязнялась севернее  $12^\circ$  с. ш. с единичным безразмерным отношением смещения  $n_1 = n_2 = 1$ .

Транспорт аэрозоля и расчет оптических характеристик атмосферы проводились согласно соотношениям (1)–(3). Начальная среднеполусферная оптическая толщина  $\tau_N$  составляла соответственно 4,8 и 2,4.

Климатические эффекты, связанные с расширением области, где атмосфера имеет аномальные оптические свойства, сильно зависят от соотношения характерных времен гидродинамических и микрофизических процессов, определяющих соответственно перенос примесей и просветление "грязной" атмосферы.



Через месяц проявляется влияние крупномасштабного гидродинамического переноса оптически активных примесей на эволюцию климатической системы, особенно заметное в тропическом поясе и низких широтах Южного полушария.

Отклонение температуры воздуха у подстилающей поверхности от квазиравновесной на 40-е сутки в расчете  $\tau_0(0) = 3$  показано на рис. 6, а. Похолодание на восточном побережье Северной Америки, в Северной Европе, на Тихоокеанском побережье СССР, в Центральной Азии достигает  $30^\circ \text{C}$ , в Сибири на полуострове Таймыр —  $50^\circ \text{C}$ . По сравнению с расчетом при фиксированном пространственном распределении загрязнения температурные экстремумы на рис. 6, а в Северном полушарии менее глубоки, но качественных изменений динамики похолодания в Северном полушарии не происходит. В тропическом поясе постепенно загрязнение атмосферы до среднего уровня оптической толщины  $\tau \approx 0,2$  приводит к тому, что температура над центральными областями Африканского и Южноамериканского континентов падает на  $10\text{--}20^\circ \text{C}$  ниже нормы. Это приблизительно на  $10^\circ \text{C}$  холоднее, чем в расчетах без переноса аэрозоля.

Падение температуры воздуха у подстилающей поверхности при  $\tau_0(0) = 6$  на 40-е сутки (рис. 6, б) в высоких и средних широтах Северного полушария практически совпадает с распределением на рис. 6, а. Оптическая толщина аэрозоля в Северном полушарии к этому моменту времени в варианте с  $\tau_0(0) \approx 3$  уменьшается до величины порядка единицы, а в варианте с  $\tau_0(0) = 6$  оказывается близкой к трем. Таким образом, аэрозоль с оптической толщиной  $1 < \tau < 3$  вызывает климатические сдвиги такой же амплитуды, как и существенно более сильное загрязнение с  $3 < \tau < 6$ . Пороговое загрязнение, способное вызвать тяжелые климатические последствия, по-видимому, имеет небольшую оптическую толщину, близкую к единице:  $\tau \approx 1$ .

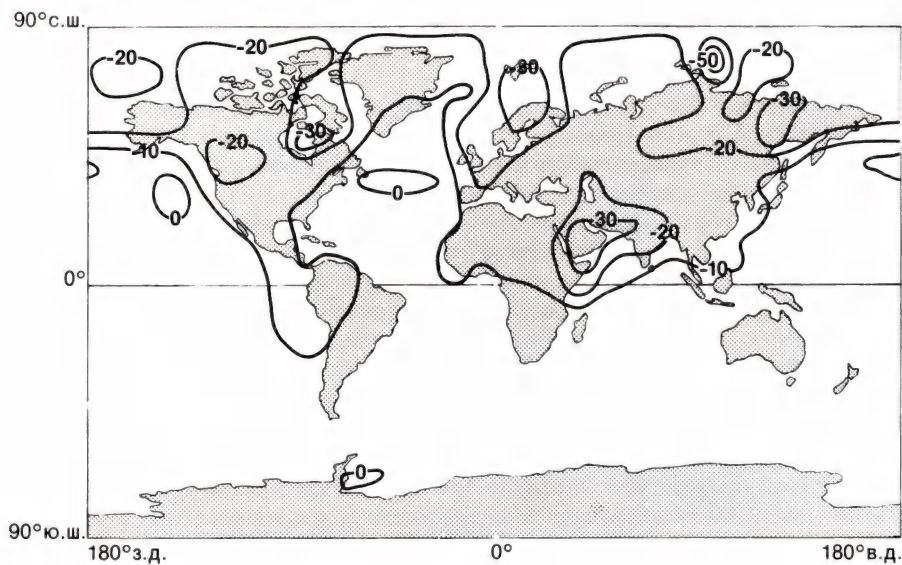
Из-за более медленного просветления атмосферы при  $\tau_0(0) = 6$  загрязнение в низких широтах Южного полушария на 40-е сутки интенсивнее, чем при  $\tau_0(0) = 3$ , и его оптическая толщина меняется в диапазоне  $0,5 < \tau < 1$ . "Ядерная зима" глубоко проникает в Южное полушарие. Похолодание превышает  $10^\circ \text{C}$  севернее  $30^\circ$  ю. ш. Падение температуры в тропиках Северной и Южной Америки достигает  $40^\circ \text{C}$ , в Западной Африке —  $60^\circ \text{C}$ , на востоке Африки —  $50^\circ \text{C}$ . Эти значения на  $20^\circ\text{--}30^\circ \text{C}$  ниже, чем в [17, 24], где не учитывался перенос аэрозоля.

На 99-е сутки в расчете с  $\tau_0(0) = 3$  оптическая толщина пыли и сажи в средних широтах Северного полушария падает до величины  $\tau = 0,3\text{--}0,4$  (рис. 7). Южное полушарие загрязнено практически равномерно с  $\tau \approx 0,1$ , и вплоть до южной оконечности Южной Америки солнечный поток у поверхности ниже нормы более чем на 10%.

Как и в расчетах с фиксированным пространственным распределением аэрозоля [12, 13], через 3 мес качественно меняется режим общей циркуляции атмосферы. Гадлеевская ячейка Северного полушария затухает, и на 99-е сутки устанавливается межполушарная одноячеечная меридио-

6. Зак.

*a*



*b*

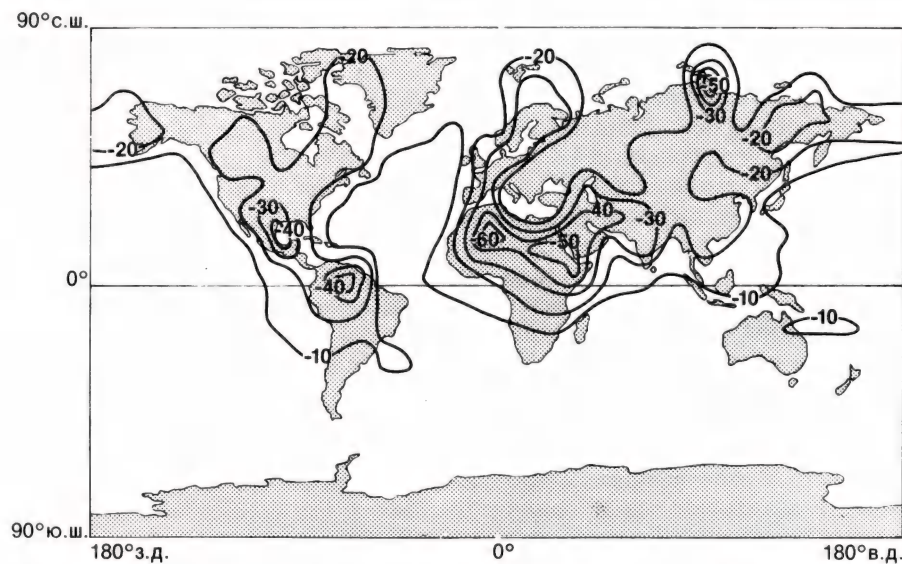


Рис. 6. Изменение температуры воздуха у подстилающей поверхности на 40-е сутки  
*a* — для варианта с  $\tau_0(0) = 3$ ; *b* — для варианта с  $\tau_0(0) = 6$  с учетом переноса аэрозоля

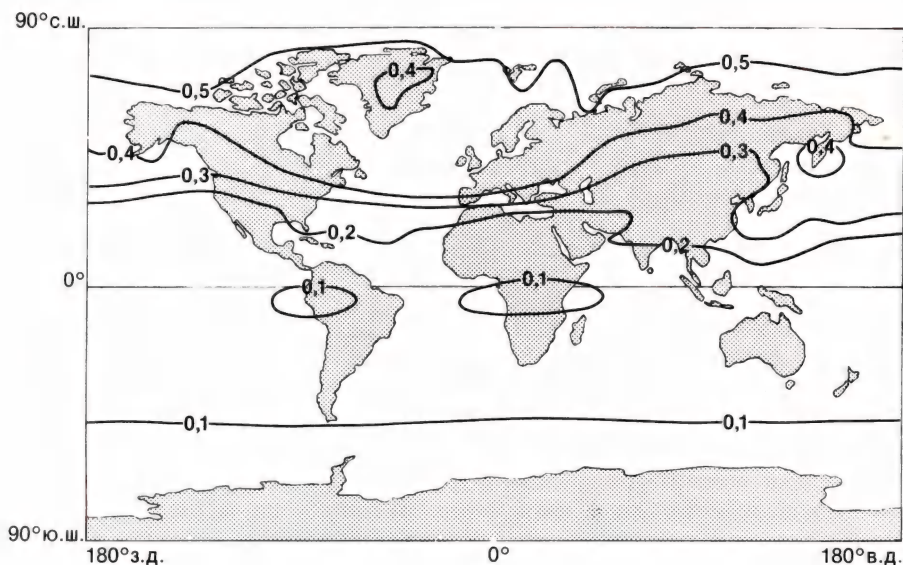


Рис. 7. Географическое распределение вертикальной оптической толщины загрязнения в атмосфере для варианта с  $\tau_0(0) = 3$  на 99-е сутки с учетом переноса аэрозоля

нальная циркуляция, в которой воздух в нижних слоях тропосферы перемещается из Южного полушария в Северное, а в верхних — из Северного в Южное (рис. 8). Однако из-за гидродинамического перемешивания примесей температурные контрасты между полушариями сглаживаются и интенсивность меридиональной ячейки в три раза ниже, чем в расчете без переноса аэрозоля. Меридиональный поток массы воздуха достигает значения  $120 \cdot 10^6$  т/с (ср. с рис. 5).

Концентрация аэрозоля через 99 сут на верхнем уровне (рис. 9, а), где  $200 \text{ мб} \leq p \leq 0,5 (p_S + p_T)$ , изменяется от начального значения  $n_1 = 1$  на Северном полюсе до  $n_1 = 0,2$  — на Южном. Распределение загрязнения имеет выраженную зональную структуру, особенно в Южном полушарии, где орографические эффекты слабее. В нижнем слое, где  $0,5 (p_S + p_T) < p \leq p_S$ , практически весь аэрозоль сконцентрирован в Северном полушарии (рис. 9, б). Нижние слои воздуха в Южном полушарии прозрачны. Концентрация аэрозоля в нижней тропосфере Северного полушария уменьшается за счет подъема примесей в верхний слой, где они переносятся на юг. Скопление аэрозоля в верхней тропосфере Южного полушария способствует охлаждению поверхностного воздуха и замедляет процессы седиментации и вымывания частиц сажи и пыли.

Температура воздуха у подстилающей поверхности в Северном полушарии на 99-е сутки остается в среднем на  $5,8^\circ \text{C}$  ниже нормы (рис. 10, а). Похолодание на Аляске, на северо-восточном побережье Северной Амери-



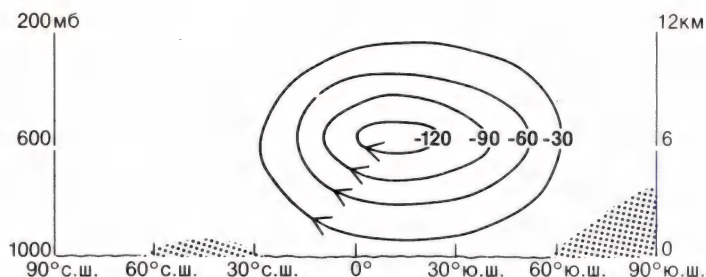


Рис. 8. Функция тока меридионального движения воздуха в  $10^6$  т/с для варианта с  $\tau_0(0) = 3$  на 99-е сутки с учетом переноса аэрозоля

ки и юго-западе Европы составляет  $20^\circ \text{C}$ . Орографические эффекты в районе Тибета приводят к повышению температуры до  $19,7^\circ \text{C}$  выше нормы.

Средняя температура воздуха в Южном полушарии на  $6,5^\circ \text{C}$  ниже квазистационарной. Больше, чем в Северном полушарии, похолодание объясняется термической инертностью океана, тормозящего процессы потепления в результате просветления атмосферы и увеличения нисходящих тепловых потоков. Наибольшее среднее похолодание в Южном полушарии наблюдается в экваториальном поясе и составляет  $8^\circ \text{C}$ . При приближении к Южному полюсу похолодание уменьшается до  $2^\circ \text{C}$ .

Перенос оптически активных примесей на юг и проникновение "ядерной зимы" в Южное полушарие приводит к тому, что через 3 мес температура поверхности воздуха в среднем на  $5^\circ \text{C}$  ниже, чем в расчете без учета переноса аэрозоля. Таким образом, реакция океанского инерционного блока одновременно и в Северном и в Южном полушариях увеличивает характерное время климатической флуктуации, индуцированное ядерной войной.

При более сильном начальном загрязнении атмосферы с  $\tau_0(0) = 6$  и более длительной релаксации оптической толщины (см. рис. 2, а) климатические процессы развиваются медленнее. На 99-е сутки загрязнение атмосферы становится глобальным. Солнечный поток на Южном полюсе ниже нормы на  $40 \text{ Вт/м}^2$ . Похолодание в Северном полушарии (рис. 10, б) остается на том же уровне, как и на 40-е сутки в варианте с  $\tau_0(0) = 3$  (см. рис. 6, б). "Ядерная зима" дальше продвигается в Южное полушарие. Падение температуры в Австралии, центральных и южных областях Африки и Южной Америки достигает  $20^\circ \text{C}$ . Изотерма похолодания на  $10^\circ \text{C}$  спускается до  $40^\circ \text{ ю. ш.}$

На рис. 11 показаны функции тока меридионального движения воздуха на 99-е и 189-е сутки в  $10^6$  т/с. Одноячеечная меридиональная циркуляция в этом варианте вообще не устанавливается. Циркуляционная ячейка Северного полушария постепенно затухает, а ячейка Южного полушария продвигается на север до  $40^\circ \text{ с. ш.}$  Однако интенсивность этой ячейки в

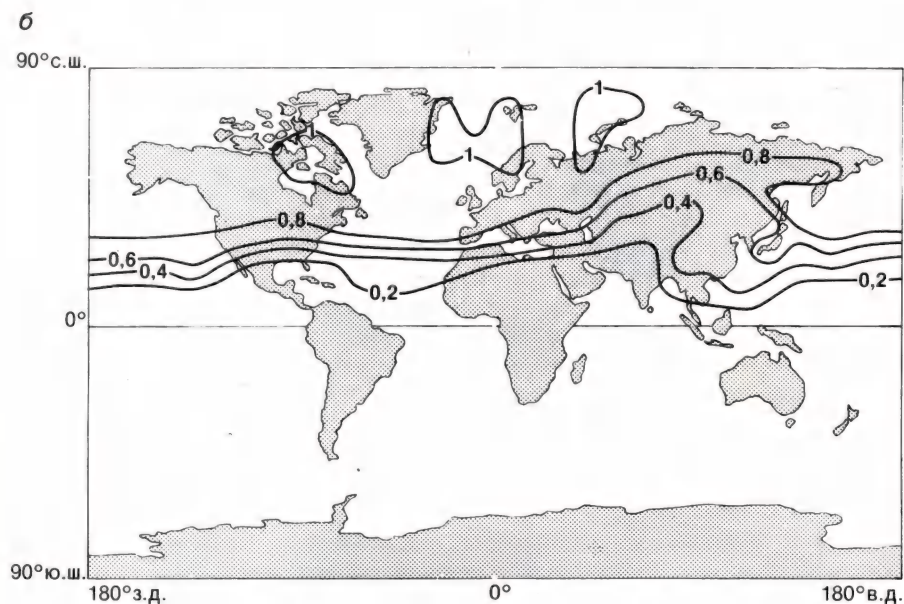
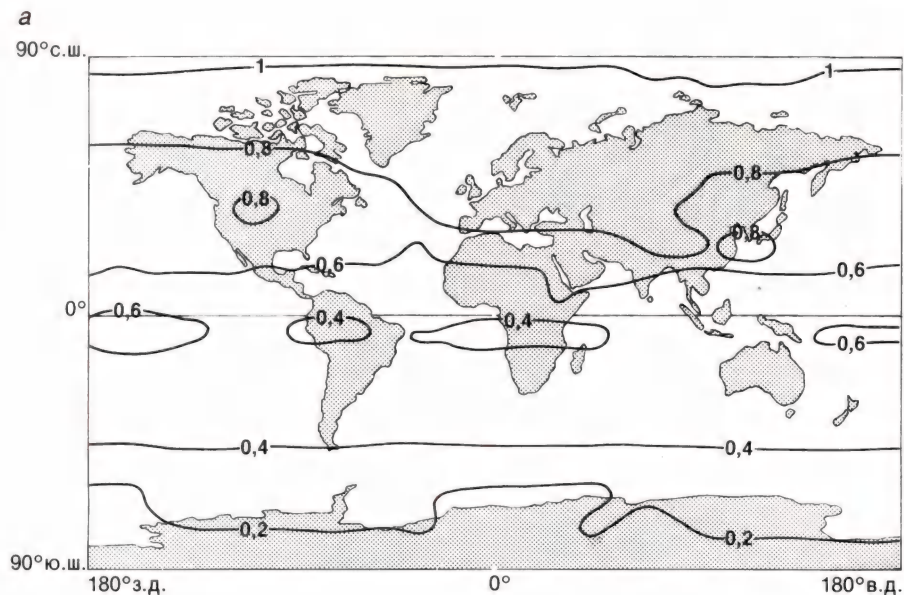
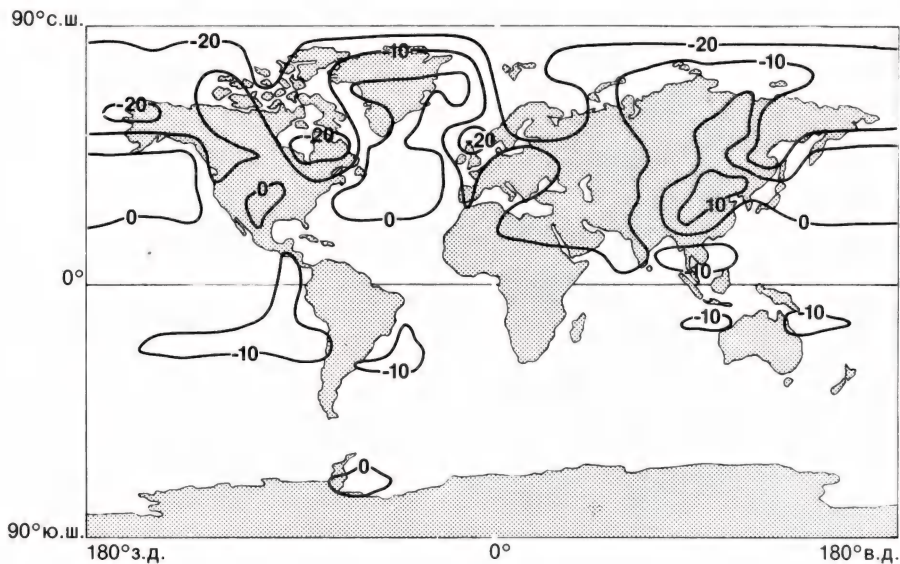


Рис. 9. Географическое распределение отношения смешения аэрозоля для варианта с  $\tau_0(0) = 3$  на 99-е сутки в верхней атмосфере (а) и нижней тропосфере (б) с учетом переноса аэрозоля

**а**



**б**

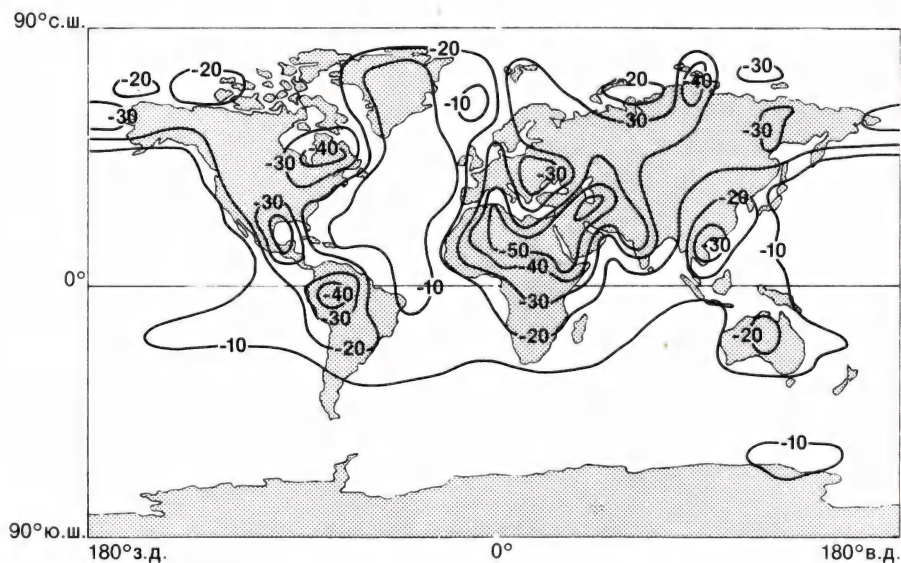


Рис. 10. Изменение температуры воздуха у подстилающей поверхности на 99-е сутки  
 а — для варианта с  $\tau_0(0) = 3$ ; б — для варианта с  $\tau_0(0) = 6$  с учетом переноса аэрозоля



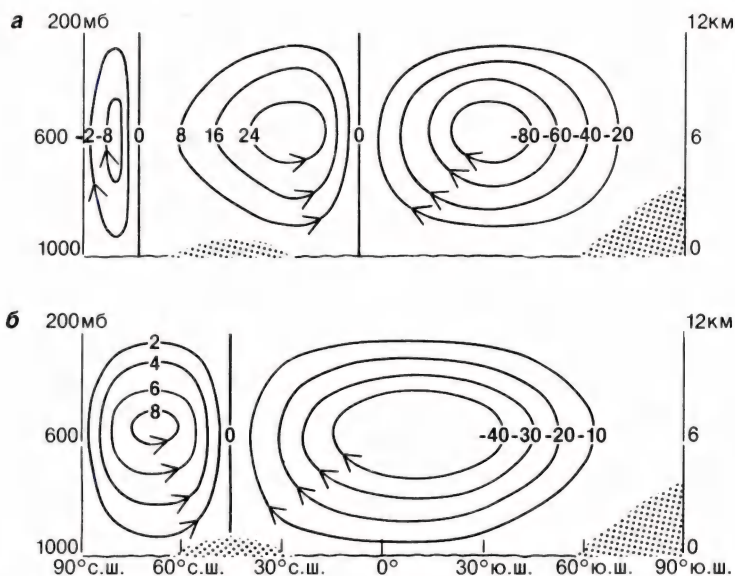


Рис. 11. Функция тока меридионального движения воздуха в  $10^6$  т/с для варианта с  $\tau_0(0) = 6$  на 99-е (а) и 189-е (б) сутки

10 раз ниже, чем в расчете без переноса аэрозоля [12] (см. рис. 5), где длительно удерживался температурный контраст между полушариями.

Сверхустойчивые вертикальные температурные градиенты в отличие от расчетов без переноса аэрозоля [12, 24] устанавливаются не только в Северном, но и в Южном полушарии. На Северном полюсе температура воздуха возрастает с высотой со скоростью  $10^\circ \text{C/км}$ . На экваторе и в Южном полушарии атмосфера практически изотермична.

Подавление вертикальной конвекции в результате установления устойчивой стратификации в обоих полушариях приводит к глобальному падению испарения и осадков. Воздух, участвующий в меридиональной циркуляции, приходит в Северное полушарие из Южного (см. рис. 8 и 11) сухим и холодным. В результате в зоне подъема воздушных масс не происходит заметного увеличения осадков, как это наблюдалось в первых расчетах [12], и не возникает области активного вымывания аэрозоля.

Результаты экспериментов показывают, что гидродинамический перенос пыли и сажи на юг существен для долговременной динамики климатической системы после крупномасштабного загрязнения атмосферы Северного полушария. Через 3 мес после начала ядерного конфликта верхние слои воздуха над Антарктидой замутняются. Вслед за облаками сажи на материке Южного полушария распространяется "ядерная зима". Вплоть до

40° ю.ш. температура воздуха над материками падает более чем на 10° С. Температуры в тропиках более чем на 10° С ниже, чем в расчетах без переноса аэрозоля.

Влияние переноса оптически активных примесей на динамические процессы в атмосфере оказывается очень значительным. Из-за более равномерного широтного загрязнения тропосферы сглаживаются температурные контрасты между полушариями. Это приводит в отличие от утверждения [4] к очень сильному (для варианта с  $\tau_0(0) = 3$  — в 3 раза, а для варианта с  $\tau_0(0) = 6$  — в 10 раз) подавлению межполушарной циркуляции по сравнению с аналогичными расчетами при фиксированном распределении аэрозоля.

Благодаря переносу примесей на юг усиливается по сравнению с результатами работ, не учитывавших транспорт аэрозоля [12, 13, 24], реакция климата Южного полушария на изменение оптических свойств атмосферы на севере. Память о температурных сдвигах в течение месяцев сохраняют южные океаны. Это, например, приводит к тому, что через 3 мес при  $\tau_0(0) = 3$  Южное полушарие оказывается более переохлажденным, чем Северное, в котором в результате просветления атмосферы и прогрева тропосферы сверху происходит повышение температуры поверхностного воздуха. Аномалии температуры поверхности океана, через 6 мес достигающие в тропиках  $-2^\circ$  —  $-3^\circ$  С в расчете  $\tau_0(0) = 6$ , поддерживают значительное, в среднем до 10° С, похолодание в этом обширном регионе.

#### ОЦЕНКА УРОВНЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРОГНОЗА "ЯДЕРНОЙ ЗИМЫ"

Последняя серия экспериментов проведена с целью исследовать поведение климатической системы при различных предположениях относительно начального распределения сажевых облаков и разных параметризациях микрофизики аэрозоля. Необходимость такого анализа связана с принципиальной неточностью исходной информации о начальном загрязнении атмосферы в процессе ядерных бомбардировок и пожаров и невозможностью детального описания мелкомасштабных процессов коагуляции и вымывания аэрозоля в рамках климатических моделей.

Исследование чувствительности климатической системы к исходному загрязнению при различных параметризациях вымывания аэрозоля [25] проведено по результатам следующих вычислительных экспериментов.

Эксперимент 1 — атмосфера загрязняется с постоянным отношением смешения в полосе широт  $24^\circ$  с.ш.  $\leq \varphi \leq 72^\circ$  с.ш. со среднеполусферной оптической толщиной  $\tau_N = 2,2$ . Перенос и микрофизика аэрозоля рассчитываются согласно (1)–(3). Скорость вымывания однородна по высоте. Контрольная оптическая толщина (2) задается в виде

$$\tau_0(t) = (3 - e/2)e^{-t^2/300} + e/2(t/30 + 1)e^{-t/30}, \quad (7)$$

где  $t$  — время в сутках.

Эксперимент 2 — среднеполусферная оптическая толщина и параметризация микрофизики аэрозоля такие, как в эксперименте 1, но первоначально атмосфера загрязняется только над материками в полосе  $24^\circ$  с.ш.  $\leq \varphi \leq 72^\circ$  с.ш..

Эксперимент 3 — среднеполусферная оптическая толщина, параметризация микрофизики и географическое распределение аэрозоля такие, как в эксперименте 2, но загрязнение первоначально сконцентрировано только в нижнем, приблизительно 4–5-километровом, слое модели. Этот эксперимент моделирует ситуацию, когда дым во время пожаров слабо выносится в верхнюю тропосферу.

Эксперимент 4 — то же, что 3, но использована модель неоднородного по вертикали вымывания аэрозоля (4)–(6). Характерное время самоочищения верхней тропосферы постоянно и равно приблизительно 40 сут. В нижней тропосфере аэрозоль вымывается в зависимости от уровня осадков с характерным временем, заключенным в диапазоне от 15 до 4 сут. Оптические толщины  $\tau_S$ ,  $\tau_1$  и  $\tau_2$  рассчитываются по формулам (3). Контрольная оптическая толщина (2) постоянна  $\tau_0 = 3$ .

Эксперимент 5 — то же, что и 4, но в начальный момент  $1/4$  массы аэрозоля содержится в верхней тропосфере и  $3/4$  — в нижней. Этот эксперимент моделирует промежуточную по сравнению с экспериментами 2 и 4 интенсивность загрязнения верхней тропосферы.

Во всех экспериментах среднеполусферная оптическая толщина поглощения  $\tau_N = 2,2$ . Рассеяние и влияние аэрозоля на перенос длинноволнового излучения не рассматриваются. Расчеты проведены на 70 сут.

Начальная стадия эволюции климатической системы во всех экспериментах характеризуется интенсивным перемещиванием примесей в Северном полушарии. Наиболее интенсивные гидродинамические процессы происходят на северной границе аэрозольного облака, которая уже через 3 сут сильно искажается. Асимметрия переноса объясняется орографическими особенностями и бароклинной неустойчивостью фронтальных зон, возникающих на границе загрязнения. В верхней тропосфере, где скорости выше, перенос и перераспределение примесей происходит быстрее, чем в нижней. Равномерное загрязнение только верхнего слоя обеспечивает сильное экранирование солнечного излучения. При сильном начальном загрязнении верхнего слоя (эксперименты 1 и 2) уже за первые сутки воздух в нижней тропосфере охлаждается, а в верхней — нагревается. Температура воздуха у поверхности суши резко падает. Области наибольшего похолодания расположены в центральных регионах континентов, где температура падает на  $30$ – $40^\circ\text{C}$ . Резкие контрасты температуры воздуха у подстилающей поверхности, особенно заметные в вариантах с континентальным загрязнением (эксперименты 2–5), формируются на побережье Северной Америки, на западном побережье Европы и на юго-восточном побережье Азии.

Меридиональная циркуляция заметно меняется. Гадлеевская ячейка Северного полушария смещается на север. Северная феррелловская ячейка



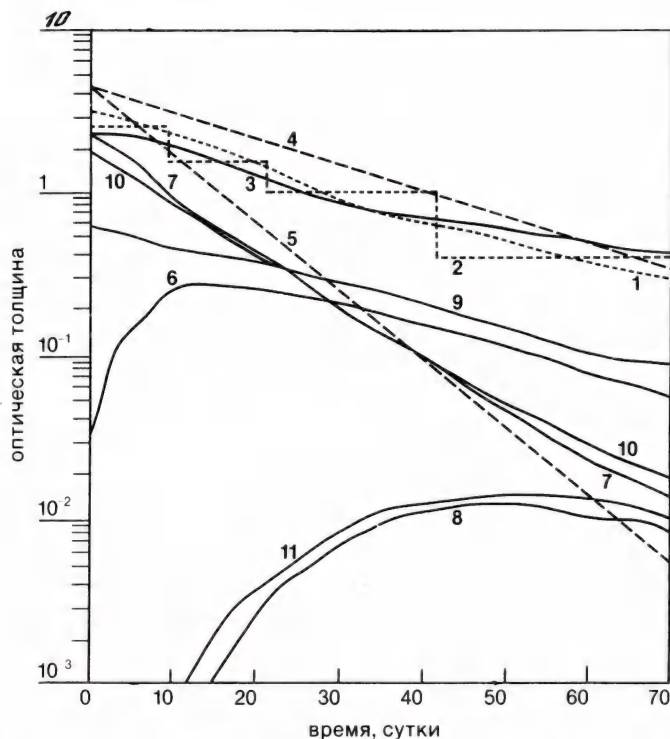


Рис. 12. Сценарные и расчетные оптические характеристики "грязной" атмосферы как функции времени

1 — среднеполусферная оптическая толщина атмосферы Северного полушария в 100-мегатонном сценарии [3]; 2 — аппроксимация той же характеристики, использованная в [14] (см. рис. 2, б); 3 — аппроксимация той же характеристики, использованная в настоящей работе при постановке экспериментов 1–3; 4 — то же, в базовом сценарии [4]; 5 — то же, при максимальных скоростях вымывания [4]; 6, 7 — среднеполусферные оптические толщины верхней и нижней тропосферы в Северном полушарии и в верхней тропосфере в Южном полушарии (8) в эксперименте 4; 9, 10, 11 — то же, в эксперименте 5

затухает. Воздух между  $18^\circ$  и  $30^\circ$  с.ш. поднимается и переносится к полюсу, где формируется интенсивная зона нисходящих воздушных потоков. Загрязнение оказывается максимальным в приполюсных областях.

Через 2 нед в экспериментах 1 и 2 географические распределения оптической толщины верхнего и нижнего слоев модели занимают приблизительно те же площади, что и в работе [14]. Дальнейшая эволюция климатической системы в обоих экспериментах повторяет расчеты с однородным начальным загрязнением атмосферы севернее  $12^\circ$  с.ш. [14].

Таким образом, характерное время горизонтального переноса примесей в Северном полушарии не превышает 2 нед, что согласуется с предположе-

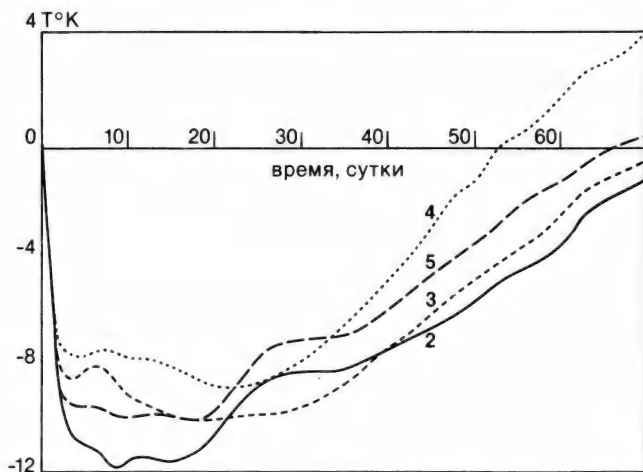


Рис. 13. Изменение средней температуры приземного воздуха в Северном полушарии как функции времени для 2–5 экспериментов  
Кривые для экспериментов 1 и 2 практически совпадают

ниями работ [12–14]. Перенос аэрозоля в Южное полушарие происходит существенно медленнее. Как показано в первых расчетах с учетом переноса аэрозоля [14], характерное время загрязнения Южного полушария — порядка 1–2 мес.

Эксперименты 1, 2 и 3 проведены при одной и той же параметризации микрофизических процессов в атмосфере и отличаются только начальными распределениями аэрозоля. Скорость самоочистения атмосферы в данных расчетах не зависит от вертикального распределения примесей и одинакова во всех трех случаях (кривая 3 на рис. 12). Через 69 сут уровни загрязнения верхней и нижней тропосферы во всех трех вариантах близки. На рис. 13 видно, что различия средней температуры Северного полушария в экспериментах 2 и 3, соответствующих противоположным предельным случаям сильного и слабого загрязнения верхнего слоя, уменьшаются в течение первого месяца и продолжают медленно затухать. Термический режим на 69-е сутки в этих двух вариантах оказывается близким. Это говорит о том, что характерное время крупномасштабного вертикального переноса примесей и установления самосогласованных вертикальных распределений имеет величину порядка месяца.

В экспериментах 4 и 5, отличающихся только уровнем загрязнения верхнего слоя, использована схема неоднородного по вертикали вымывания примесей (4)–(6). В этом случае "память" о начальных условиях сохраняется в течение всего процесса в виде среднего уровня загрязнения (см. рис. 12). Действительно, в нижней тропосфере характерное время вымывания аэрозоля в модели (4)–(6) составляет 10 сут, что почти в три

раза меньше, чем в модели (1) — (3) и в 4 раза меньше, чем в верхней тропосфере. Поэтому, чем больше аэрозоля в нижнем слое, тем активнее он вымывается. Как следствие, среднее загрязнение атмосферы в эксперименте 5 на протяжении всего процесса выше, чем в эксперименте 4.

Рассмотрим подробнее эволюцию климатической системы в предельном случае загрязнения только нижнего слоя (эксперимент 4). На рис. 12 видно, что в течение первых двух недель гидродинамический вынос примесей в верхнюю тропосферу превалирует над процессами седиментации.

Через 3 сут верхняя атмосфера загрязняется до оптической толщины  $\tau = 0,4$  над северными областями Северной Америки и Центральной Сибири, и особенно сильно над Тихоокеанским побережьем Евразии в районе Сахалина, где  $\tau \approx 0,9$  (рис. 14, а).

Загрязнение первоначально чистого верхнего слоя происходит в результате подъема примесей крупномасштабными гидродинамическими течениями. Дополнительное конвективное перемешивание здесь не рассматривается, так как уже при слабом загрязнении верхней тропосферы устанавливаются устойчивые вертикальные градиенты температуры и конвекция подавляется.

Охлаждение воздуха у подстилающей поверхности почти столь же сильное (см. рис. 13), как и в экспериментах 1 и 2. Но температура воздуха на высоте 2—3 км в областях загрязнения над континентами на начальной стадии растет. Это приводит к формированию мощного слоя инверсии, уменьшению испарения и осадков, а также ограничивает области активного вымывания аэрозоля узким приземным слоем.

Температура воздуха над океанами, где атмосфера первоначально не замутнена, изменяется слабо. На западных и восточных побережьях материков возникают мощные фронтальные зоны, имеющие масштаб континентов. Атлантический и тихоокеанский фронты, по-видимому, играют важную роль в загрязнении верхней тропосферы на начальной стадии процесса. Перегретые массы "грязного" воздуха вытесняются в верхнюю тропосферу и формируют области аномального поглощения солнечного излучения, хорошо видимые на рис. 14, а.

Через 12 сут вся верхняя атмосфера Северного полушария загрязнена до уровня  $\tau_1 + \tau_S \approx 0,3 - 0,4$  (рис. 14, б). Отношение смешения аэрозоля максимально в средних широтах. Оптическая толщина нижней тропосферы в среднем составляет  $\tau_1 \approx 2$ .

Воздух в верхнем слое модели нагревается. Максимальное повышение температуры на  $25^\circ\text{C}$  достигается в средних широтах, в областях с наибольшим загрязнением. После нагрева на начальной стадии в течение первой недели нижняя тропосфера на 12-е сутки охлаждается в высоких широтах Северного полушария. В средних и низких широтах сохраняется перегрев на  $10-15^\circ\text{C}$ . В эксперименте 4 нагрев воздуха в нижнем пятикилометровом слое модели выражен наиболее сильно, так как верхняя атмосфера сравнительно "прозрачна" и задерживает лишь около половины солнечного потока. Нагрев нижних "грязных" слоев воздуха способствует формированию



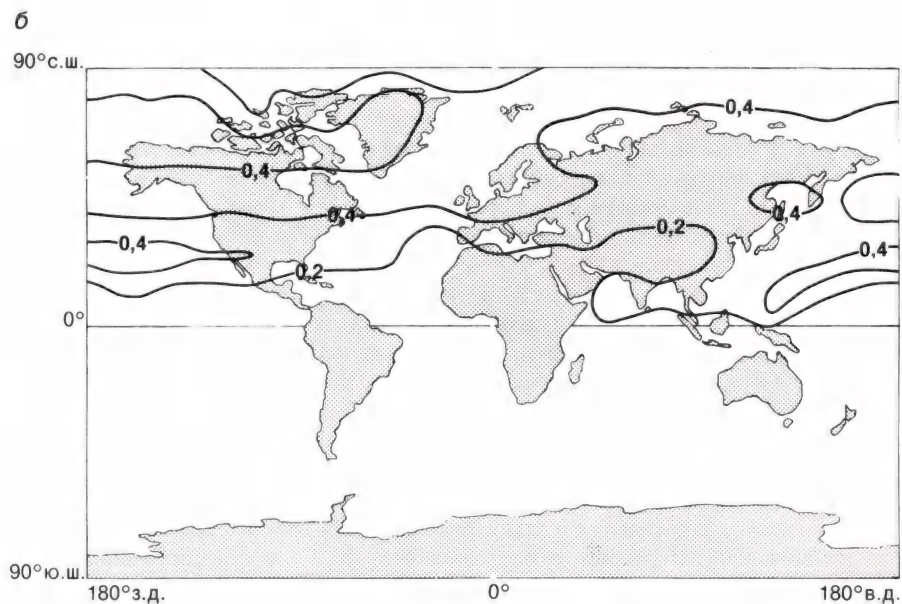
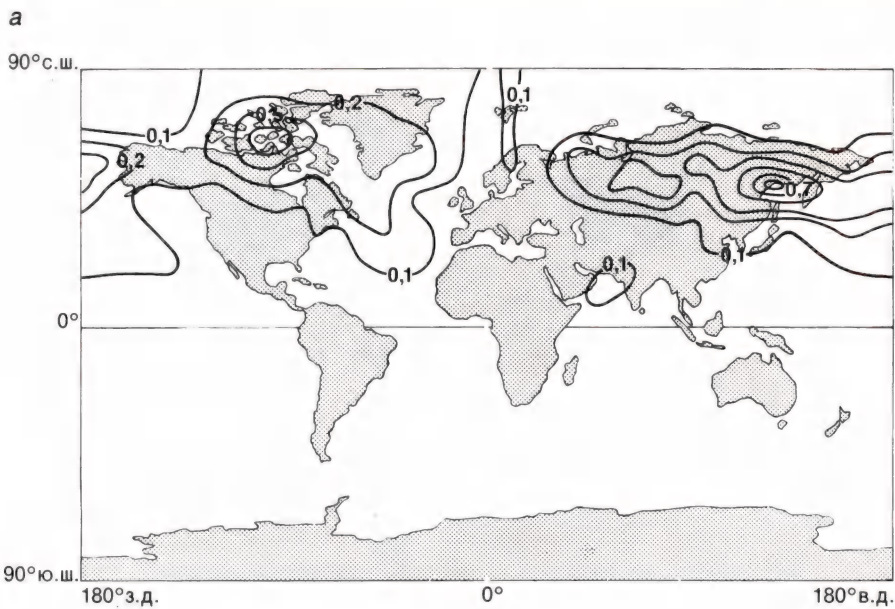


Рис. 14. Вертикальная оптическая толщина верхней атмосферы  $\tau_S + \tau_I$  в эксперименте 4 через 3 суток (а) и 12 суток (б)

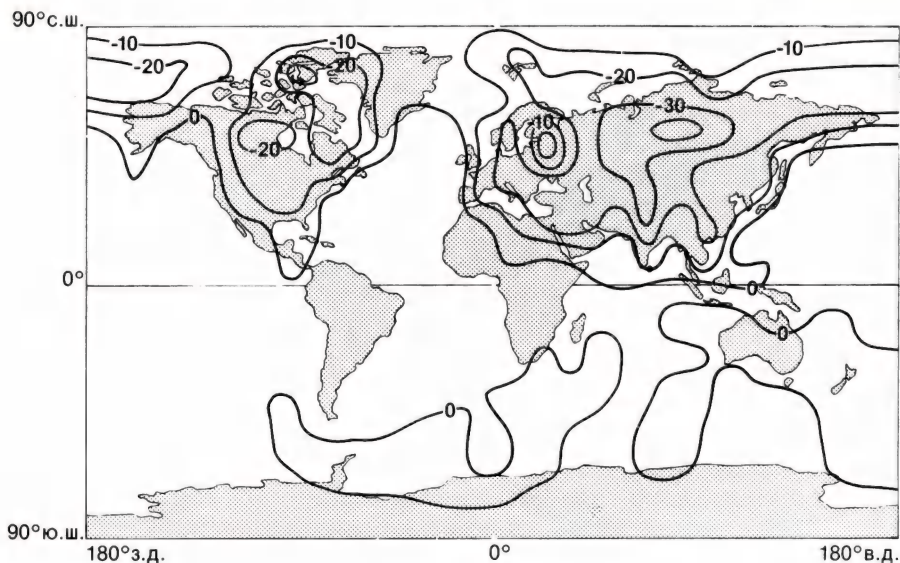


Рис. 15. Изменение температуры приземного воздуха в эксперименте 4, среднее за 6–12 суток

крупномасштабных восходящих течений и переносу аэрозоля в верхнюю тропосферу.

При полной оптической толщине атмосферы  $\tau \geq 1$  термический режим воздуха у подстилающей поверхности, по-видимому, слабо чувствителен к деталям вертикального распределения оптической толщины. Похолодание (рис. 15), так же как в экспериментах 1 и 2 [14], охватывает материки Северного полушария и максимально (около 30–40°C) в центральных областях континентов.

Загрязнение атмосферы на 39-е сутки (рис. 16) качественно отличается от случая однородного вымывания (эксперимент 3). Большая часть аэрозоля уже содержится в верхних слоях атмосферы. Оптическая толщина верхней атмосферы максимальна в средних широтах и достигает значений порядка  $\tau_1 + \tau_s \approx 0,2$  (рис. 16, а).

Верхняя тропосфера перегрета в средних широтах на 70–75°C. Граница перегрева по изотерме + 5°C проходит через центральные области Южной Америки, Южную Африку и Северную Австралию, указывая на распространение значимого загрязнения в атмосфере. Нижняя тропосфера также перегрета почти всюду. Перегрев максимален (15–20°C) в средних широтах Северного полушария. Область особенно сильного нагрева (до 40°C) расположена в районе Тибета и определяется орографическими особенностями.

Понижение температуры воздуха у подстилающей поверхности (рис. 17 и 13) имеет тот же порядок величины, что и при начальном однородном

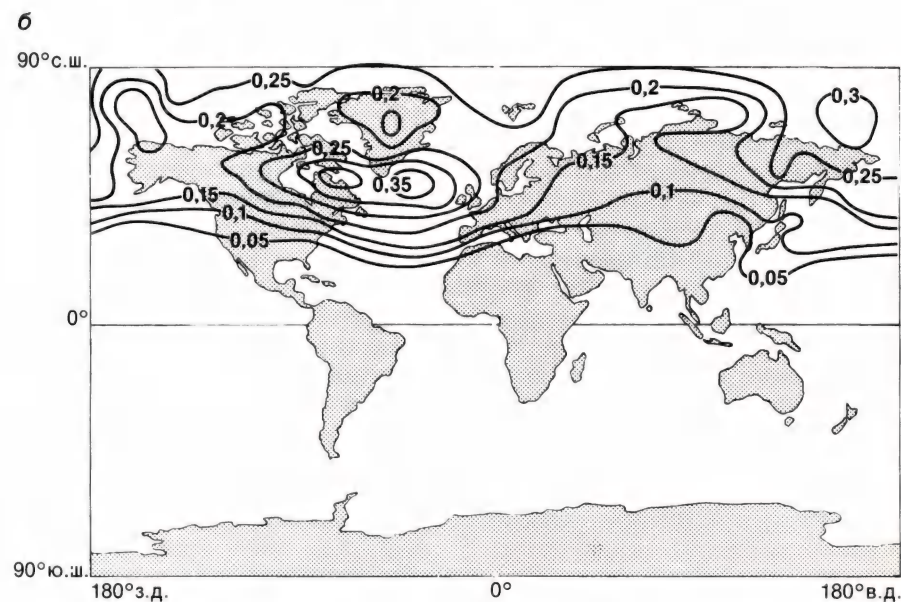
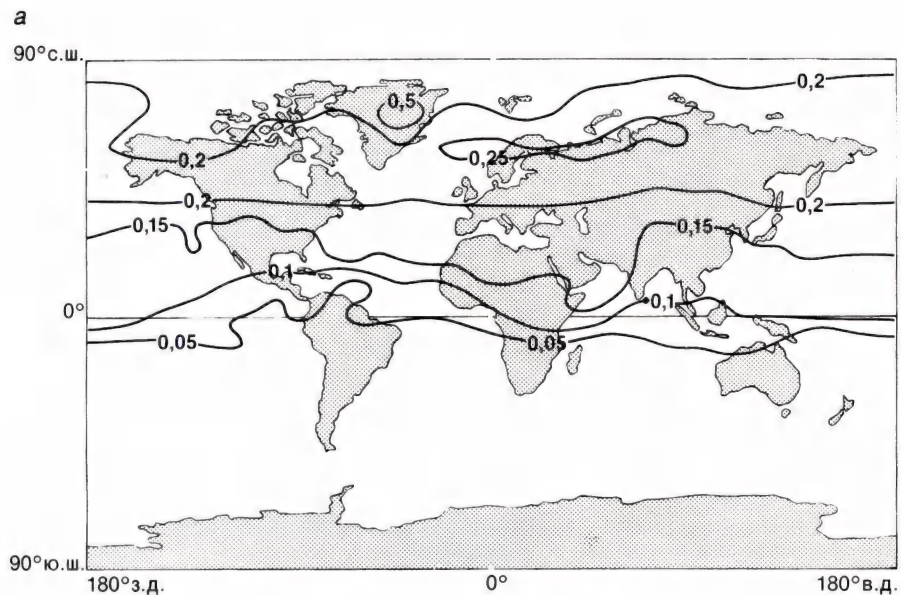


Рис. 16. Вертикальная оптическая толщина верхней атмосферы  $\tau_S + \tau_1$  (а) и нижней тропосферы  $\tau_2$  (б) в эксперименте 4 через 39 суток



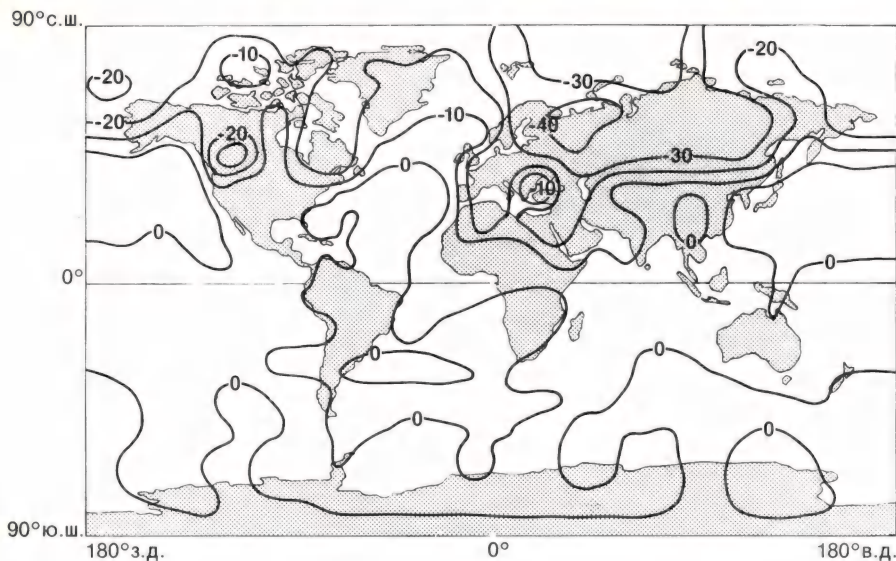


Рис. 17. Изменение температуры приземного воздуха в эксперименте 4, среднее за 15–39 суток

вертикальном загрязнении атмосферы [14]. Температурные сдвиги достигают  $-30^{\circ}\text{C}$  в центральных и восточных областях Северной Америки,  $-40^{\circ}\text{C}$  в Восточной Европе и Сибири.

Инверсия температуры воздуха во всей толще атмосферы Северного полушария приводит к снижению испарения, уменьшению осадков и облачности, в особенности сильному в полярных областях, и, как следствие, к замедлению вымывания примесей. Подавление мелкомасштабных конвективных движений указывает на то, что практически в течение всего процесса релаксации климатической системы основным механизмом загрязнения верхних слоев тропосферы является крупномасштабный гидродинамический перенос примесей. Роль мелкомасштабной конвекции ограничивается коротким начальным периодом.

Через 69 сут масса аэрозоля, содержащегося в верхнем слое модели, почти в 5 раз больше, чем в нижнем (см. рис. 12). Верхняя атмосфера имеет оптическую толщину  $\tau_S + \tau_1 \approx 0,05 - 0,1$  и поглощает около 10% солнечного излучения. В нижнем слое аэрозоль поглощает не более 2% солнечного потока.

Средняя температура поверхностного воздуха в Северном полушарии на 69-е сутки на  $3,4^{\circ}\text{C}$  превышает квазиравновесную (см. рис. 13). Кривая изменения среднезональной поверхностной температуры (рис. 18) показывает, что воздух перегрет в зоне Великих пустынь ( $20-50^{\circ}$  с.ш.). В тропи-

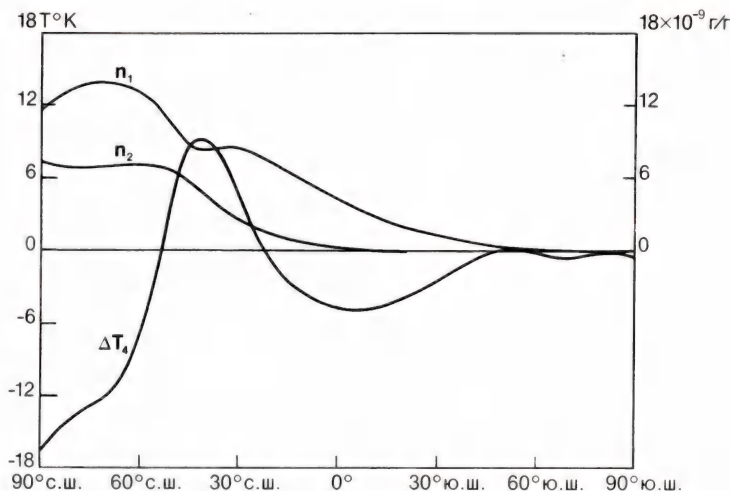


Рис. 18. Зональные средние распределения отношения смещения аэрозоля (в размерных единицах  $10^{-9}$  г/г) в верхней  $n_1$  и нижней  $n_2$  тропосфере и изменение приземной температуры  $\Delta T_4$  на 69-е сутки

ках и южных субтропиках похолодание достигает  $4^{\circ}$ – $5^{\circ}$ С. В средних и высоких широтах температуры остаются ниже нормы на  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$ С.

Отношение смещения примесей в обоих слоях достигает максимального значения в средних широтах. Верхняя тропосфера заметно загрязнена вплоть до  $50^{\circ}$  ю.ш., а нижняя — только до экватора. Среднеполусферная оптическая толщина верхней атмосферы в Южном полушарии порядка  $\tau_S + \tau_1 \approx 0,01 - 0,02$ , а нижняя тропосфера практически не замутнена ( $\tau_2 < 10^{-3}$ ) (см. рис. 12). Более активный перенос аэрозоля на юг в верхней тропосфере поддерживается мощной межполушарной циркуляционной ячейкой, так же как и в работе [14]. Массы воздуха поднимаются в полосе широт  $18^{\circ}$ – $54^{\circ}$  с.ш., способствуя переносу примесей в верхние слои атмосферы, и распространяются на юг. Подток в нижней тропосфере теплового воздуха из Южного полушария и тропиков в зону наиболее интенсивного подъема воздушных масс между  $25^{\circ}$  и  $50^{\circ}$  с.ш. является одним из факторов потепления в этом регионе.

Географическое распределение изменения температуры приземного воздуха на 69-е сутки (рис. 19) показывает, что похолодание сохраняется в средних и высоких широтах Северного полушария. Температурные сдвиги максимальны в полярных районах ( $-15^{\circ}$ С), на Аляске ( $-15^{\circ}$ С), на севере Европы в районе Белого моря и Скандинавии (до  $-30^{\circ}$ С). Наибольшее повышение температуры в широтном поясе  $25^{\circ}$ – $50^{\circ}$  с.ш. достигается в регионах с сильными особенностями рельефа: в центральных областях Северной Америки (до  $15^{\circ}$ С) и в районе Тибета (до  $40^{\circ}$ С).

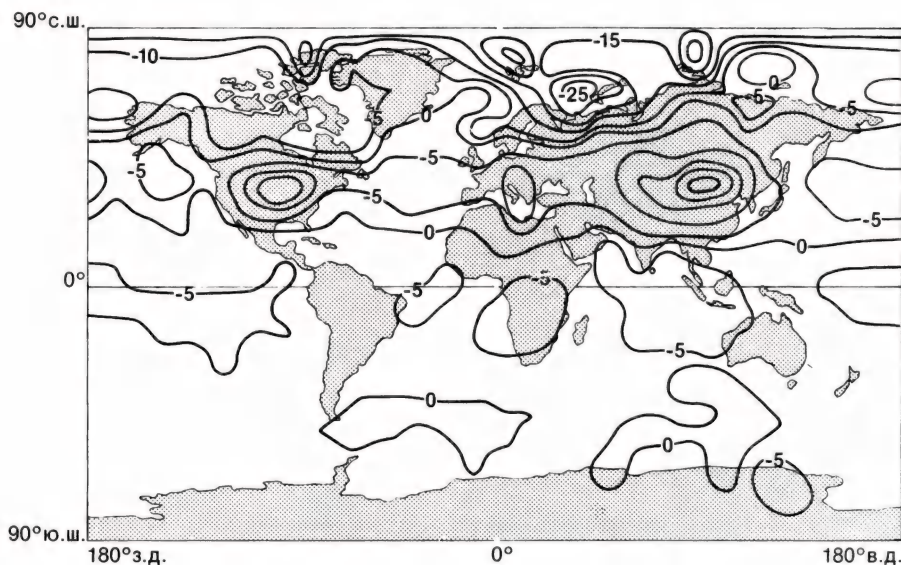


Рис. 19. Изменение температуры приземного воздуха в эксперименте 4, среднее за 45–69 суток

В отличие от Северного полушария Южное охлаждено в среднем на  $1,5^{\circ}\text{C}$ . Как и в работе [14], похолодание поддерживается пониженной температурой поверхности океана. В обширных тропических и субтропических областях над южными океанами температура воздуха ниже нормы на  $5^{\circ}\text{C}$ .

Проведенные исследования показывают, что вне зависимости от деталей начального распределения аэрозоля и при различных параметризациях микрофизических процессов в атмосфере глубокое похолодание в средних и высоких широтах Северного полушария сохраняется более 2 мес. Заметные климатические флуктуации (до  $-10^{\circ}\text{C}$ ) наблюдаются в Южном полушарии. Это указывает на то, что даже при заведомо заниженном уровне начального загрязнения верхней тропосферы и интенсивном вымывании аэрозоля амплитуда похолодания в Северном полушарии достаточна, чтобы вызвать тяжелые экологические последствия.

Эксперимент 4, который был подробно описан выше, является предельным по уровню загрязнения верхнего слоя. Естественно предположить, что верхняя тропосфера будет частично загрязнена уже в первые дни после конфликта в результате выноса дыма пожарами, мелкомасштабной конвекцией и т.д. В этом более реальном случае, который моделирует эксперимент 5, "ядерная зима" будет более суровой (см. рис. 13).

Климатическая система является чрезвычайно сложным физическим объектом, адекватное математическое описание которого требует учета



огромного количества факторов. Однако важность задачи оправдывает любые усилия в этом направлении. Флуктуация энергетического режима Земли, которая может быть вызвана ядерной войной, велика даже по сравнению с амплитудой палеовариаций климатической системы. Изменения атмосферной физики при этом настолько значительны, что зачастую неприемлемой оказывается экстраполяция наших знаний о процессах в невозмущенной атмосфере. Только кропотливые сторонние детальные исследования могут дать гарантированные результаты.

## Л и т е р а т у р а

1. Crutzen P.J., Birks J.W. The atmosphere after a nuclear war: twilight at noon // *Ambio*. 1982. Vol. 11. P. 114–125.
2. National Research Council: Long-term world-wide effects of multiple nuclear weapons detonations. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Sci., 1975. 216.
3. Turco R.P., Toon O.B., Ackerman T.P. et al. Nuclear winter: Global consequences of multiple nuclear explosions // *Science*. 1984. Vol. 222. N 4630. P. 1283–1292.
4. National Research Council: The effects on the atmosphere of a major nuclear exchange. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Sci.: 1985. 193 p.
5. Александров В.В., Архипов П.Л., Пархоменко В.П., Стенчиков Г.Л. Глобальная модель системы океан–атмосфера и исследование ее чувствительности к изменению концентрации  $\text{CO}_2$  // *Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана*. 1983. Т. 19. С. 451–458.
6. Stenchikov G.L. Mathematical modeling of the influence of the atmospheric pollution on climate and nature // *Proceedings on applied mathematics*: Computing Center of AS USSR. Moscow, 1985.
7. MacCracken M.C., Walton J. The effects of interactive transport and scavenging of smoke on the calculated temperature change resulting from large amounts of smoke: Paper presented at the International seminar on nuclear war, 4th session, Erice, Sicily, Aug., 19–24, 1984.
8. Cotton W.R. A simulation of cumulonimbus response to a large firestorm-implication to a nuclear winter // *Amer. Sci*. 1985. Vol. 73, P. 275–280.
9. Haberle R.M., Ackerman T.P., Toon O.B. The dispersion of atmospheric dust and smoke following a large-scale nuclear exchange // Paper presented at the Fall 1983 meeting of the American Geophysical Union, San Francisco / Ed. G.T.Wolff, R.L.Klimish. N.Y.: Plenum press. P. 379–391.
10. Crutzen P.J., Galbally I.E., Brühl C. Atmospheric effects from post-nuclear fires // *Climatic Change*. 1984. Vol. 6. N 3. P. 323–364.
11. Голицын Г.С., Гинзбург А.С. Климатические последствия возможного ядерного конфликта и некоторые природные аналоги. М.: Ин-т физики атмосферы АН СССР. 1983. 24 с. Препр.
12. Aleksandrov V.V., Stenchikov G.L. On the modelling of the climatic consequences of the nuclear war // *Proceedings on applied mathematics*. Computing Center of AS USSR. Moscow, 1983. 21 p.
13. Александров В.В., Стенчиков Г.Л. Об одном вычислительном эксперименте, моделирующем климатические последствия ядерной войны // *Журн. вычисл. математики и мат. физики*. 1984. Т. 24. С. 140–144.
14. Стенчиков Г.Л. Климатические последствия ядерной войны: Выбросы и распространение оптически активных примесей в атмосфере: Сообщ. по прикл. математике. М.: ВЦ АН СССР, 1985. 34 с.
15. Александров В.В., Стенчиков Г.Л. Численное моделирование климатического эффекта аэрозольного загрязнения атмосферы // *Докл. АН СССР*. 1985. Т. 282. № 6. С. 1324–1326.
16. Covey C., Schneider S.H., Thompson S.L. Global atmospheric effects of massive smoke injections from nuclear war: results from general circulation model

simulations // *Nature*. 1984. Vol. 308. P. 21–25.

17. *Thompson S.L., Aleksandrov V.V., Stenichikov G.L.* et al. Global climatic consequences of nuclear war: simulations with three-dimensional models // *Ambio*. 1984. Vol. 13. P. 236–243.

18. *Gates W.L., Batten E.S., Kale A.B., Nelson A.B.* A documentation of the Mintz–Arakawa two-level atmospheric general circulation model, R-877-ARPA, Rand Corporation. Santa Monica. 1971. 488 p.

19. *Eliassen A.* The quasistatic equations of motion with pressure as independent variable // *Geophys. publ.* 1949. Vol. 17. N 3. 44 p.

20. *Katayama A.* A simplified scheme for computing radiative transfer in the troposphere. UCLA, 1972, Tech. rept. N 6. 77 p.

21. *Реснянский Ю.Д., Тросников И.В.* Параметризация деятельного слоя океана при моделировании зональной цирку-

ляции атмосферы // *Тр. Гидрометцентра СССР*. 1980. Вып. 229. С. 18–31.

22. *Стенчиков Г.Л., Шадрин С.В.* Лагранжевое описание вихрей циклонического масштаба в моделях ОЦА // Тез. докл. Всесоюз. конф.: Исследование взаимодействий мезо- и микромасштабных процессов в атмосфере и применение статистических методов в метеорологии. Алма-Ата, 1981.

23. *Aleksandrov V.V., Gates W.L.* The performance of a coarse-grid version of the OSU two-level atmospheric GCM. Oregon State Univ. 1981. Corvallis, Ore. Rept 24.

24. Современное состояние исследований климатических последствий ядерной войны: Отчет ВЦ АН СССР. М., 1984. 107 с.

25. *Stenichikov G.L., Carl P.* Climatic consequences of nuclear war: sensitivity against large-scale inhomogeneities in the initial atmospheric pollutions: Prepr. AS GDR. B. 1985.

УДК 550.348.425.4

## ПРИРОДНЫЕ АНАЛОГИ ЯДЕРНОЙ КАТАСТРОФЫ

*Г.С.Голицын, А.С.Гинзбург*

В настоящее время человечество достигло такого уровня развития, что может изменить природную ситуацию на Земле сильнее, чем все известные и мыслимые стихийные катастрофы, за исключением, может быть, столкновения с крупным небесным телом. Ядерная война, кроме непосредственных разрушений и немедленной гибели сотен миллионов людей, приводит к радиоактивному заражению огромных территорий, заметному разрушению слоя озона в стратосфере и многочисленным городским и лесным пожарам [1, 2].

В природе существуют более или менее полные физические аналоги некоторых эффектов, которые можно ожидать в виде результатов ядерной войны. На Земле к таким катастрофическим природным явлениям относятся землетрясения, наводнения, засухи, падения крупных метеоритов, извержения вулканов, массовые лесные пожары. На Марсе наблюдаются глобальные пыльные бури. Изучение этих явлений помогает лучше понять физические механизмы и представить возможные последствия ядерной войны [3–11].

Ядерный конфликт отличается от всех известных нам войн и природных бедствий огромными и труднопредсказуемыми вторичными долговременными последствиями. А именно эти последствия окажутся в случае войны решающими для тех, кто выживет непосредственно после ядерных взрывов. Сейчас понятны далеко не все возможные глобальные последствия ядерной войны для человечества и окружающей среды. Но совершенно ясно, что определенные эффекты не оставляют иллюзий на благополучное "послевоенное" будущее даже для отдаленных регионов Земли. Ядерная война — катастрофа для всех без исключения.

Исследования естественных изменений климата и антропогенных, т.е. вызванных деятельностью человека, воздействий на климат за счет развития мирового хозяйства показывают, что климатическая система Земли (океан, суша, атмосфера, льды, биосфера) эволюционирует сравнительно медленно — за время порядка десятилетий и более. При изучении этой эволюции следует рассматривать наиболее вероятные изменения окружающей среды и оптимальные пути развития мирового хозяйства в изменяющихся климатических условиях.

При изучении возможных глобальных катастрофических явлений, каким является мировой ядерный конфликт, необходимо рассматривать все, даже кажущиеся сейчас маловероятными, механизмы развития региональных последствий. Эту необходимость можно объяснить в терминах теории риска. Математически риск есть произведение ущерба от какого-либо события на вероятность осуществления этого события. Поэтому даже маловероятные события, несущие большой ущерб, связаны со значительным риском. При оценке огромного ущерба для человечества и природы в целом в случае развязывания ядерной войны надо также иметь в виду, что перестройка термического и динамического режимов атмосферы и других частей климатической системы Земли будет при этом развиваться значительно быстрее, чем при естественных и обычных антропогенных воздействиях.

Сравнивать различные природные процессы можно двумя способами: путем сопоставления их энергетики и исследованием вызываемых ими последствий. Энергию ядерных взрывов измеряют обычно в единицах тротилового эквивалента. Так, при взрыве заряда  $1 \text{ Мт}$  выделяется энергия  $4,2 \cdot 10^{15} \text{ Дж}$ , равная тепловой энергии взрыва  $1 \text{ млн. т}$  тринитротолуола [12].

В настоящее время в мире накоплено около  $12\,000 \text{ Мт}$  ядерного оружия. При взрыве всех имеющихся арсеналов выделится энергия  $0,5 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$ . Такую энергию получает Земля от Солнца менее чем за  $5 \text{ мин.}$  Если же, наоборот, измерять солнечную энергию в мегатоннах, то можно сказать, что Солнце для Земли является источником энергии мощностью примерно  $40 \text{ Мт/с.}$  Ядерный конфликт с использованием всех имеющихся зарядов дает около  $0,3\%$  суточного прихода солнечной энергии.

Мы не будем останавливаться на сравнении энергии ядерного конфликта с наводнениями, волнами цунами и землетрясениями. Отметим только,



что в среднем в год на Земле в результате землетрясений выделяется 1000 Мт ( $4 \cdot 10^{18}$  Дж) упругой энергии земной коры, а при самом катастрофическом в XX в. землетрясении на Аляске в 1964 г. выделившаяся энергия составила 250 Мт ( $10^{18}$  Дж) [13]. Если всю ядерную мощь использовать для испарения воды, то с учетом теплоты парообразования 2600 Дж/г легко рассчитать, что испарится  $2 \cdot 10^{16}$  г воды. Такое количество воды испаряется со всей поверхности океана примерно за полчаса или с 2% поверхности Мирового океана за сутки. Это количество водяного пара увеличит его содержание в атмосфере на 0,2%. (В среднем в атмосфере содержится около  $10^{19}$  г водяного пара.)

Если бы полная суммарная энергия ядерных взрывов пошла бы на разогрев всей земной тропосферы, то ее средняя температура поднялась бы всего лишь на 0,01 К, однако локальные разогревы могут быть весьма значительны.

Можно еще сравнить энергию ядерного конфликта с кинетической энергией ветров во всей земной атмосфере, которая составляет примерно  $5 \cdot 10^{20}$  Дж. Общая выделившаяся энергия глобального ядерного конфликта равнялась примерно 10% кинетической энергии атмосферы.

Поскольку ядерная энергия при взрывах расходуется не только на испарение воды и непосредственный нагрев поверхности и атмосферы, то становится понятным, что сами взрывы, какими бы разрушительными они ни казались, не могут явиться причиной кардинальной перестройки энергетики природных процессов, таких, как формирование температурного режима и влагообмена, перестройка циркуляции атмосферы и океана.

Катастрофическими оказываются именно вторичные эффекты ядерных взрывов, возникающие в результате выброса пыли, ввода в атмосферу дыма от массовых пожаров, образования окислов азота.

Избыточное содержание дымового аэрозоля в атмосфере будет приводить к понижению температуры поверхности. Такое похолодание в различных масштабах наблюдается на Земле после извержений крупных вулканов и на Марсе во время пыльных бурь.

Непосредственно после ядерного конфликта содержание окислов азота над областью взрывов может возрасти до  $10^{20}$  мол./см<sup>2</sup> [14]. Такое количество двуокиси азота может поглощать половину солнечной энергии [15]. Однако время установления фотохимического равновесия в стратосфере составляет менее суток [15], и климатический эффект двуокиси азота вряд ли будет значительным. Более существенно, что окислы азота вступают в реакцию с озоном. При этом в стратосфере такие реакции приводят к разрушению озона, по разным оценкам, в зависимости от сценариев войны на 30–70%, а в нижней тропосфере — к его образованию [1, 16].

Разрушение озона в стратосфере и увеличение его содержания в нижних слоях могут в отсутствие других факторов приводить к повышению температуры поверхности Земли до 5 К [17] за счет увеличения проходящей в тропосферу ультрафиолетовой радиации и усиления парникового эффекта из-за повышения концентрации тропосферного озона. Дополнительную

и, может быть, существенную роль в разрушении стратосферного озона должен играть аэрозоль, образующийся в результате ядерных взрывов [3, 4, 7].

Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что на аэрозольных частицах тоже происходит разрушение озона. По ряду наблюдений из космоса после крупных извержений вулканов существенно уменьшается содержание озона в слоях, где находится стратосферный аэрозоль вулканического происхождения [18, 19].

Группа сотрудников Института физики атмосферы АН СССР предложила объяснение одному эффекту, замеченному Г.М.Гречко во время космического полета. Наблюдая "космические зори", он обратил внимание на существование выше горизонта синих полос, внутри которых имеются более светлые полосы. На основе расчетов синие полосы были отождествлены с прохождением света через стратосферный слой озона. Более светлые полосы соответствуют уменьшению концентрации озона на определенных высотах. Единственной представляемой в настоящее время возможной причиной таких уменьшений концентрации является разрушение озона в аэрозольных слоях атмосферы [18].

Человечество однажды уже предприняло непреднамеренную попытку разрушить озонный слой, надежно защищающий нас от избыточного ультрафиолетового излучения. Это была последняя серия интенсивных испытаний ядерного оружия в атмосфере в конце 50-х — начале 60-х годов, когда суммарная мощность взорванных зарядов составила около 300 Мт [14]. Выделение эффекта воздействия этих испытаний на общее количество озона, по данным мировой озонометрической сети, представляет собой сложную задачу, поскольку существует заметная естественная изменчивость озона во времени и пространстве. Однако с помощью специальной методики обработки исходных данных удалось с достаточной степенью уверенности оценить, что за год, следующий за испытаниями, содержание  $O_3$  в атмосфере уменьшилось на  $3 \pm 1,5\%$ , что вполне согласуется с теоретическими оценками [20]. Вопросы изменения газового состава атмосферы после ядерной войны подробно обсуждаются в работах [21, 22].

Эффекты запыления атмосферы при взрыве метеоритов и образования окислов азота, как стало понятно в последние годы, невелики по сравнению с катастрофическими климатическими последствиями массовых пожаров ядерной войны [23]. Десяти процентов имеющихся зарядов достаточно, чтобы вызвать лесные пожары на территории свыше миллиона квадратных километров, а всего ядерного арсенала вполне достаточно, чтобы зажечь треть всех лесов земного шара.

Энергия, выделяемая при пожарах, как минимум, на порядок превышает энергию самих взрывов. Если все заряды вызывали бы крупномасштабные пожары, то энергия этих пожаров оказалась бы равна кинетической энергии ветров во всей земной атмосфере, что неминуемо привело бы к полной перестройке атмосферной циркуляции и кардинальным изменениям погоды на всей Земле.

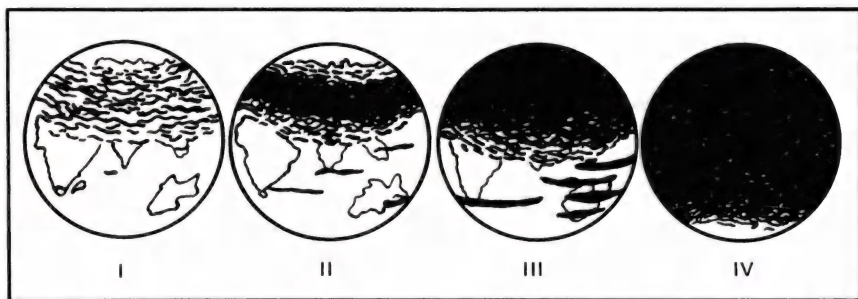


Рис. 1. Наступление "ядерной ночи"

*I* — в первые дни над тысячами взрывов и пожаров возникают шлейфы дыма и пыли; *II* — в первую и вторую неделю средние широты Северного полушария покрываются сплошной пеленой; *III* — через две-три недели струи дыма переходят экватор; *IV* — через месяц почти вся Земля оказывается окутана облаком дыма

Но даже пожары городов и лесов на ограниченной территории порядка миллиона квадратных километров приводят к катастрофическим последствиям из-за огромных количеств пепла, сажи и дыма, выбрасываемых при этом в атмосферу. За счет энергии пожаров и разогрева облака дыма солнечным излучением можно ожидать, что продукты горения заполняют практически всю тропосферу над областью пожаров, а затем атмосферной циркуляцией разнесутся по всей Земле (рис. 1).

Аэрозоль, образующегося на 1 млн км<sup>2</sup> пожаров, достаточно, чтобы на всей Земле в сотни раз уменьшить количество солнечного излучения, доходящего до земной поверхности. Поверхность суши в результате этого охлаждается на 30–40°С, а поверхность океана — всего на несколько градусов. В то же время атмосфера над сушей и океаном прогреется на 5–20°. И над сушей, и над океаном уменьшается скорость понижения температуры с высотой. Ослабляется влагообмен атмосферы с поверхностью, уменьшается количество осадков из средних и верхних слоев тропосферы. Все это приводит к тому, что время жизни тропосферного аэрозоля резко увеличивается.

Аэрозольные частицы могут поглощать и рассеивать солнечное излучение. Рассеяние и отражение света приводит к уменьшению солнечной энергии у поверхности, поглощение — к дополнительному разогреву атмосферы. Аэрозоль поглощает также тепловое излучение от поверхности (обычно слабее, чем солнечное), что может приводить к некоторому увеличению парникового эффекта атмосферы [4].

Если аэрозоль слабо поглощает солнечное излучение, то его температурный эффект подобен облачному. Облака днем (или летом) охлаждают поверхность, отражая и рассеивая часть солнечных лучей, а ночью (или зимой) уменьшают выхолаживание, задерживая тепловое излучение поверхности.



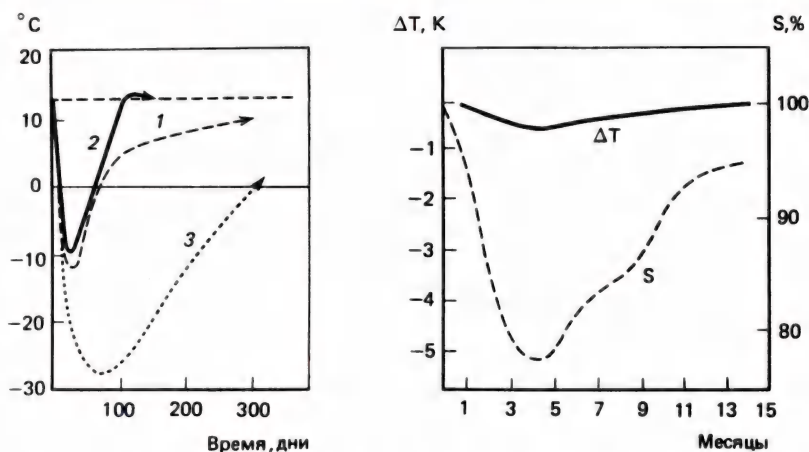


Рис. 2. Похолодание поверхности суши во время "ядерной зимы" для разных сценариев ядерной войны

1 — 5000 Мт; 2 — 100 Мт, атака на крупные города; 3 — 10 000 Мт с максимальным количеством пожаров

Рис. 3. Изменение доходящей до поверхности Земли солнечной энергии (S) и среднее понижение температуры ( $\Delta T$ ) при вулканических извержениях  
Приведены последствия извержения вулкана Катмай в 1912 г.

В глобальном масштабе увеличение количества рассеивающего аэрозоля приводит к похолоданию из-за увеличения отражательной способности (альбедо) Земли. Это похолодание может частично компенсироваться увеличением парникового эффекта за счет поглощения аэрозолем теплового излучения поверхности. Результирующий эффект зависит от оптических свойств и высоты расположения аэрозольного облака.

Однако во всех случаях, регулируя потоки солнечного и теплового излучений, аэрозоль, как и облачность, сглаживает температурные контрасты.

Сильно поглощающий аэрозоль — дым, сажа и особенно продукты городских пожаров — значительно сильнее, чем пыль, уменьшает количество солнечной энергии, приходящей к поверхности. Одновременно поглощающий аэрозоль может уменьшать отражательную способность Земли. В результате пожаров складывается ситуация, когда солнечное излучение поглощается в атмосфере, а поверхность нагревается не Солнцем, а тепловым излучением атмосферы.

По мере роста содержания поглощающих частиц в атмосфере сначала преобладает эффект уменьшения альбедо системы атмосфера—подстилающая поверхность и воздух у поверхности может прогреваться. Затем при больших количествах дыма и сажи и особенно при их подъеме в верхние слои атмосферы поверхность суши и воздух у поверхности остывают на

десятки градусов, приспосабливаясь к температуре аэрозольного слоя, поглощающего солнечное излучение. Главным свойством дымового аэрозоля, определяющим процесс похолодания, является то, что частицы дыма примерно на порядок сильнее поглощают солнечное излучение, чем тепловое. Земная поверхность лишается солнечного тепла, и перестает действовать парниковый эффект атмосферы. Совместное действие продуктов горения и пыли от взрывов, заброшенных в стратосферу, увеличивает похолодание. На рис. 2 показано изменение со временем температуры поверхности суши для некоторых сценариев ведения ядерной войны.

Приведем некоторые природные аналоги предполагаемых последствий ядерной войны. Среди природных явлений, которые могут изменить температуру на планете, мы рассмотрим мощные вулканические извержения, крупнейшие лесные пожары, марсианские пыльные бури и гипотетическое падение астероида на Землю около 65 млн лет назад. Последнее сейчас рассматривается как наиболее вероятная причина экологической катастрофы, приведшей к вымиранию более половины существовавших тогда биологических видов, в частности динозавров.

## ВУЛКАНЫ

Крупное вулканическое извержение — всегда стихийное бедствие для жителей окружающих областей. По некоторым оценкам за последние 500 лет только число человеческих жертв, вызванных вулканическими извержениями, составляет 200 тыс. человек.

Огромна разрушительная сила вулканов. Так, например, в результате извержения на греческом о-ве Санторин около 1500 г. до новой эры этот остров практически перестал существовать — образовалась кальдера объемом  $80 \text{ км}^3$ . Энергия, освобожденная при извержении, вызвала приливную волну высотой до 30 м, которая опустошила о-в Крит, а спустя несколько часов затопила дельту Нила и разрушила порт, удаленный на 1000 км от места извержения. Некоторые исследователи связывают с этим извержением легендарную гибель Атлантиды и библейскую "тьму египетскую" [24, 25].

Свыше ста лет назад, в августе 1883 г., произошло одно из крупнейших известных извержений на островном вулкане Кракатау в Зондском проливе. Грохот взрыва был слышен на расстоянии до 4000 км, в Австралии и на Цейлоне, взрывом было поднято в воздух около  $20 \text{ км}^3$  горных пород. Взрыв вызвал волну цунами высотой до 40 м, и даже в Ла-Манше было зарегистрировано увеличение высоты прилива.

Пепел выпал на площади около 1 млн  $\text{км}^2$ . В Джакарте днем наступила полная темнота. Тончайшая пыль достигла стратосферы и распространилась по всей Земле, вызвав необычно яркие закаты и восходы Солнца. Прошли годы, пока тонкая пыль осела. В результате частичного экранирования солнечного излучения на больших территориях снизилась среднегодовая температура воздуха [24].

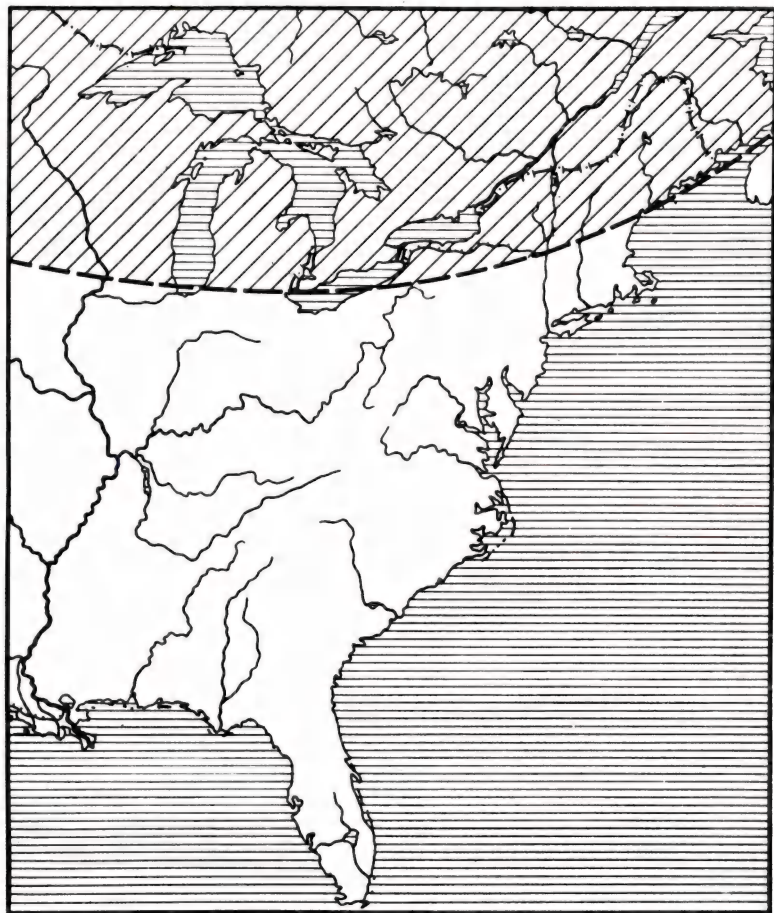


Рис. 4. Последствия извержения вулкана Тамбора (1815 г.)  
Заштрихована область летних заморозков и снега в Северной Америке в июне—августе  
1816 г.

В настоящее время по климатическим рядам температур установлено, что в годы, последующие за крупнейшими извержениями или сериями извержений вулканов, средняя температура воздуха у поверхности Земли уменьшается на  $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$ . В отдельных регионах похолодание бывает более существенным.

Характерные изменения количества приходящего к поверхности Земли солнечного излучения и температуры поверхности суши после крупного вулканического извержения показаны на рис. 3 [11].

Мощные вулканические выбросы показывают не только возможность



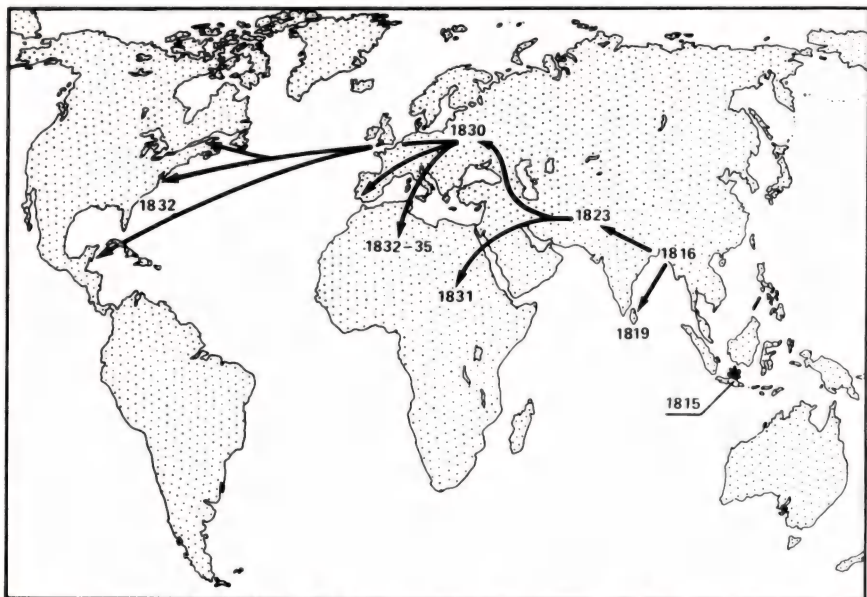


Рис. 5. Пандемия холеры, вызванная голодом в Бенгалии в 1816 г., возникшим в результате извержения вулкана Тамбора

понижения средней температуры суши, но и резкое уменьшение температурных контрастов. Это ярко проявилось при тропосферном извержении вулкана Сент-Хеленс в мае 1980 г. Облако вулканического аэрозоля на пути своего следования по территории США понизило дневную температуру на  $8^{\circ}$  и на столько же повысило температуру ночью [26]. Такое выравнивание температур связано также с тем, что аэрозоль в этом случае был довольно крупного размера ( $\geq 1$  мкм), а крупные частицы почти одинаково поглощают и солнечное излучение, и тепловое излучение поверхности суши.

Извержение вулкана Эль-Чичон в Мексике в апреле 1982 г., по мнению ряда специалистов, привело к аномально-теплой зиме 1982/83 г. При разных высотах выброса, месте и времени извержения погодные эффекты могут быть различны. Но нет сомнений в том, что с ростом мощности стратосферного слоя аэрозоля, состоящего из субмикронных частиц и продуктов конденсации вулканических газов, преобладающими становятся эффекты, приводящие к похолоданию климата. Именно поэтому катастрофические извержения и служат аналогом (хотя и в малом масштабе) эффектов "ядерного" запыления и задымления атмосферы.

По-видимому, крупнейшим в истории человечества было извержение вулкана Тамбора в Индонезии в 1815 г. [24, 27]. При его взрыве было поднято в воздух  $150 \text{ км}^3$  вещества. Энергия этого извержения оценивается

в  $1,5 \cdot 10^{20}$  Дж, примерно в 3 раза больше энергии современных запасов ядерного оружия. "Годом без лета" был назван последующий за извержением 1816 г. в Северной Америке и Западной Европе. На северо-востоке США летом 1816 г. снег выпадал в июне (рис. 4), были заморозки в июле и августе. В Швейцарии и Франции зарегистрировано самое позднее созревание урожая винограда с 1782 по 1856 г. В Англии, Швейцарии и на севере США лето 1816 г. было самым холодным с начала метеорологических наблюдений.

Необычайно холодное лето вызвало неурожай и голод, особенно в опустошенной наполеоновскими войнами Европе. Не исключено, что одним из возможных последствий извержения Тамборы была пандемия холеры (рис. 5), которая возникла в результате голода в Бенгалии, последовавшего за очень холодным летом 1816 г., достигла Кавказа в 1823 г., а Европы и Северной Америки — в 1830—1832 гг. [27].

Другое крупное извержение вулкана в 536 г. вблизи города Рабаул (Папуа — Новая Гвинея), описанное в работе [28], привело, очевидно, к такому же, как извержение Тамборы, если не более значительному охлаждению.

Последствия крупнейших извержений и в первую очередь "год без лета" показывают, как губительно похолодание в течение одного лета всего лишь на несколько градусов. Трудно даже представить себе последствия похолодания всей суши Земли на десятки градусов в результате "ядерной зимы". Одним из таких последствий будет голодная смерть для миллиардов людей даже при самых "умеренных" сценариях ядерной войны в основном из-за разрушения сельского хозяйства и экономических связей.

### КРУПНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ

Русские летописи содержат сведения о больших пожарах в Северной России, начиная с 1092 г. В "Никоновской летописи" рассказывается об огромных лесных пожарах 1371 г., когда в густом дыму, стоявшем два месяца, невооруженным глазом были видны пятна на Солнце. Горели не только леса, но и пересохшие болота. Дикие звери, потеряв чутье, бродили среди людей, птицы теряли ориентацию и падали [29]. В Архангельской губернии все лето 1881 г. бушевали лесные пожары. Дым, который обволок Архангельск, затруднял дыхание. Во время грандиозных пожаров в Сибири в 1915 г. выгорела площадь 120 тыс. км<sup>2</sup> (12 млн га). Из-за сильного задымления хлеба созрели на полмесяца позднее, дав мелкие шушлые зерна. Местами пелена дыма была такой плотной, что на расстоянии 5—6 шагов не видно было строений [30].

Наибольший ущерб лесу наносят крупные (свыше 200 га) пожары. Они продолжают длительное время, принимают характер стихийных бедствий и тушатся в основном естественными осадками. На долю крупных пожаров в районах Севера, Урала, Сибири и Дальнего Востока приходится три четверти всей выгоревшей в результате пожаров площади [30, 31].

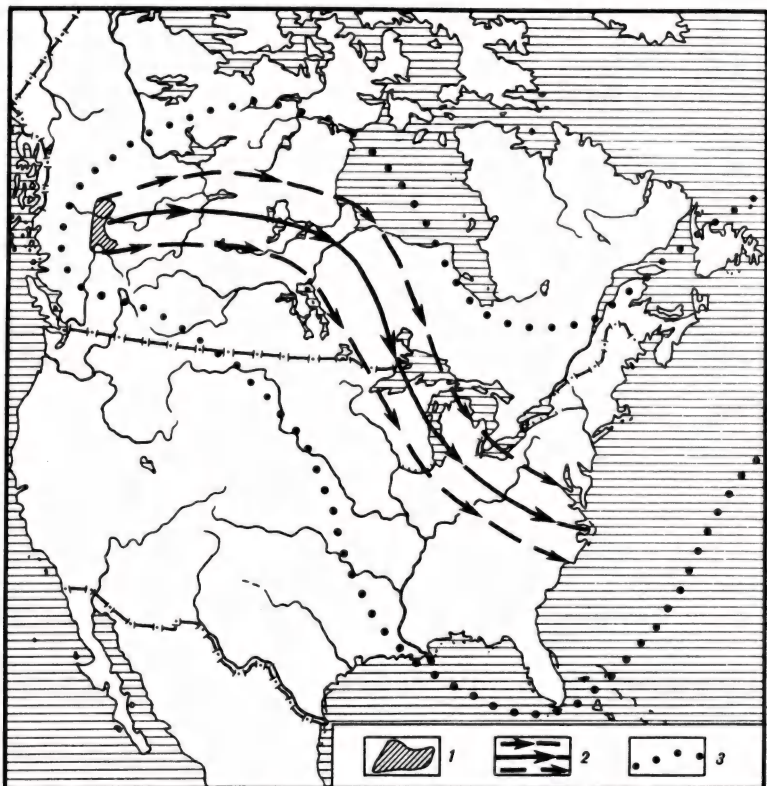


Рис. 6. Гигантский шлейф дыма от пожаров на юго-западе Канады в 1950 г.

1 — область пожаров; 2 — путь основной массы дыма; 3 — граница дымового облака

Достаточно полно изучен пожар летом 1950 г. на юго-западе Канады, когда возникло гигантское облако дыма. Поднявшись на несколько километров над землей, оно стало двигаться на восток (рис. 6), вызвав понижение дневной температуры на несколько градусов в США, а затем пересекло Атлантический океан и наблюдалось в Западной Европе на высоте 8–10 км. Этот пример наглядно свидетельствует о том, что в атмосфере реально существуют процессы, способствующие подъему облаков дыма в верхние слои и переносу дыма на большие расстояния [32].

В европейской части СССР в августе-сентябре 1972 г. было выявлено примерно 700 крупных пожаров с наибольшей суммарной площадью 550 тыс. га [33]. Практически всегда дым поднимался до высоты 2–3 км, а иногда до 5 км. Плотность дыма была такова, что даже с высоты 0,5 км не всегда была видна поверхность Земли [33]. Приведем цитату из работы [34, с. 32–33] с описанием условия полета над районами лесных пожаров



в горах: "Распространяясь на большую высоту, дым обволакивает горы и может сохраняться в воздухе до 1–2 недель. Видимость ухудшается от 1–2 км, как у земли, так и на высотах вплоть до 5–6 км. Усиление ветра видимости не улучшает. 31 мая 1954 г. при полете между пунктами Чита — Улан-Удэ на высоте 8 км наблюдался сильный дым, который сливался с перистой облачностью, расположенной на этой высоте, видимость ухудшилась до 1–2 км".

Во время полета самолета-лаборатории ИЛ-18 над г. Запорожье 1 сентября 1972 г. отмечена значительная задымленность атмосферы, обусловленная аэрозолем от лесных пожаров, принесенных северными воздушными массами. По визуальным оценкам, слой дыма с размытой верхней границей простирался от поверхности Земли до приблизительно 3,5 км, причем видимость в приземном слое атмосферы была около 0,5 км. При зондировании атмосферы на высотах от 0,5 до 7,2 км была исследована отражательная способность (альбедо) системы атмосфера—поверхность в диапазоне длин волн 0,71–1,65 мкм. В нижнем слое альбедо резко возрастает во всем указанном диапазоне. Выше альбедо несколько уменьшается [35].

Дымовые облака от недавно возникших и маломощных очагов пожаров имеют длину от 10 до 100 км. У более мощных и старых очагов пожаров длины шлейфов до 200 км. При массовых пожарах по наблюдениям со спутников шлейфы отдельных очагов могут вытягиваться до 300–400 км. Шлейфы на определенном расстоянии от очагов сливаются, образуя одно огромное облако лентовидной формы. В конце августа 1972 г. такая лента протянулась на 5600 км от центральных областей европейской территории до оз. Балхаш. Ширина облака составляла 150–400 км (рис. 7) [36].

Спутниковые фотографии позволяют проследить не только распространение дымовых шлейфов, но и развитие дымовой пелены. Наибольшего размера дымка, возникающая от лесных пожаров в центре Русской равнины, на Центральном Урале и вблизи Белого моря, обнаружена на снимках 22 августа 1972 г. — от крайнего севера европейской территории СССР до Каспийского моря. В результате пожаров в течение нескольких месяцев наблюдалась пониженная прозрачность атмосферы [36].

Отметим, что наиболее часто встречаются высоты подъема дыма от крупных лесных пожаров в 2–3 км; большие же подъемы довольно редки. Это, возможно, объясняется тем, что пожары обычно бывают во время сухой погоды и, как правило, связаны с антициклонами. В центральных областях антициклонов существуют крупномасштабные нисходящие движения, которые, по-видимому, ограничивают высоту подъема дыма.

Контролируемый пожар был проведен в Онтарио (Канада) 3 августа 1985 г. на площади около 600 га. По сообщению Р. Турко, пилоты самолетов наблюдали подъем дымки на высоту до 6 км, примерно до уровня локальной тропопаузы. Из выделившегося при пожаре водяного пара образовалось облако в виде громадной наковальни. К удивлению наблюдателей, осадки не вымывали дым из атмосферы во время пожара. По данным, по-

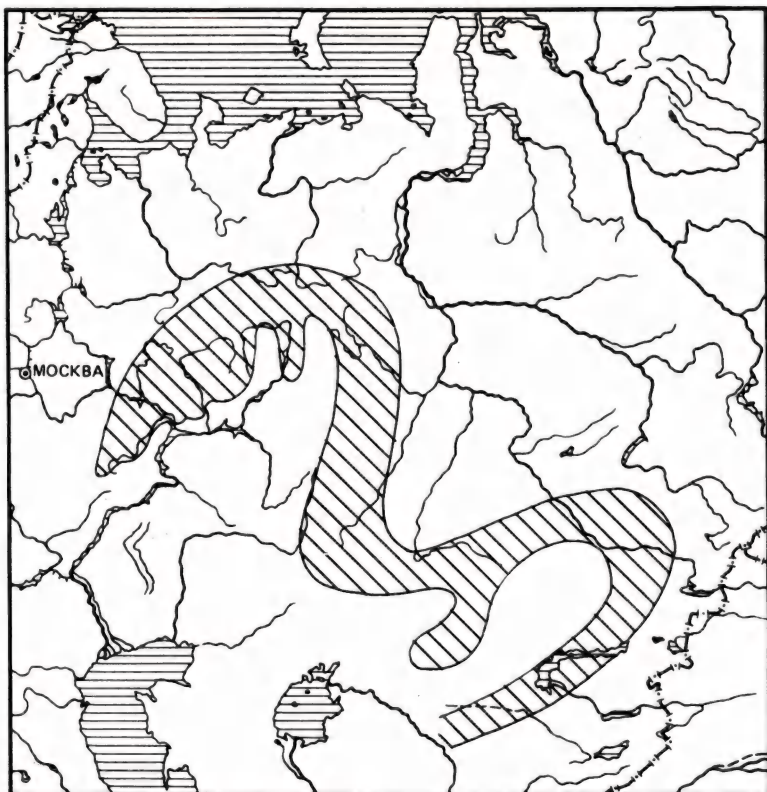


Рис. 7. Полоса дыма от пожаров 1972 г. на европейской части СССР [36]

лученным со спутников, дым за 4 ч прошел от очага пожара расстояние в 110 км и вскоре  $2000 \text{ км}^2$  было покрыто плотным облаком дыма. Освещенность под шлейфом дыма была как при сплошной, очень плотной облачности [37].

Приведем оценки выхода дыма при природных пожарах. Запас сухих горючих материалов в наиболее продуктивных лесах средних широт Северного полушария  $25\text{--}30 \text{ кг/м}^2$ . Примерно 15–20% этого материала приходится на легко воспламеняемую, полностью сгорающую часть – мох, опад, подстилка [38, 39]. В сосняках запасы хвой составляют  $0,6 \text{ кг/м}^2$ , в кедровых лесах опад  $0,2\text{--}1,1 \text{ кг/м}^2$ , в лиственных –  $0,3 \text{ кг/м}^2$ . Запасы сухого вещества в древесине, например сосняков, колеблется от 8 до  $30 \text{ кг/м}^2$ . В малопродуктивных лесах запасы сухого материала невелики – около  $1 \text{ кг/м}^2$ . Средний запас сухой древесины  $15 \text{ кг/м}^2$ .

По наблюдениям лесных пожаров известно, что сучья диаметром до 4 см сгорают полностью, а всего сгорает 15–20% древесины. Опад и под-

стилка, как правило, сгорают полностью [40]. Доля выгоревшего торфа варьирует в широких пределах. Таким образом, в среднем в лесах сгорает 5–10 кг/м<sup>2</sup> горючего материала, не считая торфа.

Выход дыма при сгорании сухой древесины составляет примерно 2% по массе. Этот результат получен в специальном эксперименте по оценке выхода дыма, по данным лазерного зондирования, при сгорании штабеля дров. Из штабеля размером 6 × 6 × 2,5 м массой 9 т образовалось 160 кг аэрозоля, что составляет 1,8% от начальной массы [41]. По данным [42], выход равен 4%, а в работе [8] выход оценивается от 1 до 5%.

Все приведенные сведения о лесных пожарах указывают на возможность большого выхода дыма, подъема его в верхнюю часть тропосферы и распространения на трансконтинентальные расстояния. В последнее время появился ряд работ, описывающих процесс подъема дыма и развитие "ядерной зимы" с учетом взаимодействия облака дыма с атмосферными процессами. Глобальное распространение дыма описано в статье Г.Л. Стенчикова в этой книге, а начальная стадия подъема дыма рассмотрена, в частности, в работах [43, 44].

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА ОКОЛО 65 МЛН ЛЕТ НАЗАД**

В истории Земли и ее биосферы было одно событие, которое, по всей видимости, может иметь прямое отношение к обсуждаемой теме. Мы имеем в виду массовое и одновременное исчезновение многих групп рептилий, в частности динозавров, значительного числа групп морских беспозвоночных и больших групп растений около 65 млн лет назад на границе мелового и третичного периодов геологической истории Земли. Многие поколения ученых, начиная с великого французского палеонтолога и анатома Ж. Кювье, с начала XIX в. пытались объяснить это явление. Кювье предложил гипотезу катастроф, однако вскоре большинство ученых отвергли ее и в течение последующих примерно полутора веков она не пользовалась популярностью.

Тем не менее к концу 70-х годов уже нашего века стало ясно, что биосфера в ее разнообразии наиболее чувствительна к климатическим изменениям, которые наиболее легко нарушают цепи питания в природе вследствие различной приспособляемости разных организмов к изменениям температуры, влажности и т.п. К этому же времени по данным в разных частях земного шара бесспорно была установлена одновременная гибель за короткий промежуток времени фитопланктона морских поверхностных вод, многих семейств зоопланктона. Имеются убедительные свидетельства в пользу одновременности исчезновения 65 млн лет назад динозавров и других рептилий [45, 46].

В 1979 г. было объявлено об обнаружении аномально-больших содержаниях тяжелого элемента иридия в морской формации близ Губбио в Апеннинских горах в Италии [47]. Иридий был лишь в слое глины мощностью



1–2 см, отделяющем морские известняки позднемелового периода от покрывающих их известняков раннетретичного возраста. Известняки под глинами содержат морские организмы, типичные для позднего мела. В глинах не обнаружено никаких организмов. В известняках над слоем глины организмы мелового периода не встречаются, но есть организмы, типичные для третичного периода (палеогена) [46].

Обогащение глины иридием, обнаруживаемое путем нейтронного активационного анализа, было в 30 раз больше по сравнению с его обычными концентрациями в земных породах. Такие же обогащенные иридием осадочные породы, датируемые переходом от мелового периода к третичному, были обнаружены в районе Стивнс Клинт в Дании, где обогащение иридием было в 160 раз больше нормы [47], в ряде образцов осадочных морских пород по данным глубоководного бурения в Атлантике, Тихом океане, а также в некоторых пресноводных озерах, в том числе и на территории СССР [48].

Как тяжелый элемент платиновой группы, иридий в земной коре содержится в гораздо меньших концентрациях ( $\approx 0,03$  мг/г), чем в веществе солнечной системы, в частности в метеоритах (до 500 мг/г) [48]. По всей видимости, на Земле он сконцентрирован в ядре. Все это указывает, что в породах, датируемых разделом мелового и третичного периодов, содержится иридий внеземного происхождения. Глобальная распространенность иридия дала возможность оценить размер упавшего на Землю небесного тела примерно в 10 км [47, 48]. В 1983 г. появилось сообщение [49] о результатах измерений отношений изотопов другого тяжелого элемента — осмия [49]. Было найдено, что отношение изотопов осмия в марганцевых конкрециях, концентрирующих элементы из морской воды, аналогично соотношению этих изотопов в земной коре. В то же время соотношение этих изотопов в осадках переходного периода от мела к третичному из Стивнс Клинт и Рэтон Бэзин в штате Колорадо гораздо более похоже на то, которое есть в метеоритах [49]. Это было важное, новое и независимое подтверждение падения внеземного тела 65 млн лет назад. Была рассмотрена также возможность вулканического происхождения исследованных пород, поскольку установлено, что ряд вулканических пород обогащен иридием и другими редкими элементами [49, 50]. Хотя вулканическое происхождение в принципе и возможно, но столь мощные извержения, способные привести к отложениям обогащенного редкими элементами материала в количествах, найденных в переходных слоях в самых разных местах земного шара, гораздо менее вероятны, чем соударение Земли и большего небесного тела. "Простейшее объяснение" состоит в том, что высокие концентрации иридия, как и необычные соотношения изотопов осмия, свидетельствуют об ударе постороннего тела (метеориты, астероиды, кометы) [47–51].

Что же это за астероид размером около 10 км, который мог столкнуться с Землей 65 млн лет назад, и какова частота таких столкновений? Наиболее вероятным кандидатом считается астероид из группы Аполлона. Эту группу

формируют небольшие небесные тела, чьи орбиты пересекают плоскость орбиты Земли. Сейчас известно около 30 объектов диаметрами от 0,2 до 8 км. Учитывая несистематичность и неполноту их поиска с помощью телескопов и малость их размеров, можно оценить, что число астероидов в этой группе диаметром больше 1 км может быть порядка 750. Неизбежно столкновение некоторых из них с Землей. Можно оценить, что столкновение астероида размером около 10 км или больше с Землей происходит примерно раз в 100 млн лет.

При таком столкновении на поверхности Земли создается кратер диаметром примерно в 10 раз большим диаметра падающего тела и глубиной до двух его диаметров. Сам астероид практически полностью испаряется, и при этом выбрасывается масса породы порядка сотни масс астероида. Некоторая часть продуктов выброса — мелкоизмельченная порода — может быть заброшена высоко в атмосферу и даже в стратосферу и оставаться там продолжительное время.

Может ли падение такого метеорита привести к глобальным климатическим изменениям и как вообще это могло повлиять на биосферу? Наиболее полный в настоящее время ответ на этот вопрос дает модель, описанная в работе [52]. Хотя в этой модели искомые величины усреднены по горизонтали, она прослеживает временную эволюцию пылевого облака, учитывает его разнос по горизонтали, эволюцию профиля по вертикали, изменение частиц по размерам вследствие их выпадения, вымывание осадками, коагуляцию частиц и т.д. Аккуратно учитывается взаимодействие с частицами солнечной радиации, а также теплового излучения Земли и атмосферы. Модель рассчитывалась отдельно над сушей и над океаном.

Конечно, всегда есть много неопределенностей в знании различных параметров и процессов. Поэтому в работе [52] был рассмотрен ряд сценариев. Во всех сценариях учитывается быстрое горизонтальное распространение пыли благодаря возникновению температурных контрастов между загрязненными частями атмосферы, которые сильно поглощают солнечное излучение и потому разогреваются быстрее относительно еще чистых ее областей. Именно этот механизм способствует быстрому (за время порядка 1–2 недель) глобальному распространению облаков пыли на Марсе (см. ниже).

Несмотря на разброс результатов расчетов по различным сценариям, все они показывают, что на время порядка месяца солнечное излучение будет настолько отрезано от поверхности, что там будет полная тьма, на время до нескольких месяцев будет невозможен фотосинтез, в течение примерно полугода температура поверхности суши оказывается ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , т.е. ниже точки замерзания воды, а максимальное падение температуры поверхности суши до  $-20^{\circ}\text{C}$  может длиться порядка месяца или больше.

Верхний слой океана за время порядка года, когда пыль оседает из тропосферы и стратосферы, успевает остыть всего лишь на несколько градусов благодаря большой тепловой инерции океана. Перенос тепла из атмосферы над океанами на континенты может уменьшить похолодание



внутри континентов почти вдвое и вблизи берегов в несколько раз, но в целом температура поверхности суши окажется ниже нуля.

Эти результаты относительно температуры поверхности суши и океана следуют и из совсем простой модели авторов данной статьи, доложенной на конференции "Мир после ядерной войны" 1 ноября 1983 г. в Вашингтоне, по которой рассчитывался и гипотетический случай падения астероида на Землю (см. [4, 6]).

Вымирание морских организмов на границе мелового и третичного периодов было вызвано временным, на несколько месяцев, прекращением фотосинтеза в морских поверхностных водах и разрывом поэтому цепей питания. Прекращение фотосинтеза и похолодание на суше могли не так сильно повлиять на растения суши, так как они размножаются семенами, которые могли это пережить, а также потому, что цикл углерода на суше имеет время порядка нескольких лет или больше. Крупные животные могли вымереть как от холода, так и потому, что в условиях длительной темноты им было трудно находить пищу. На границе мела и палеогена вымерли все животные массой больше 25 кг и часть более мелких [46]. Мелкие животные могли как-то лучше приспособиться к уменьшениям света и температуры, например зарывшись в землю.

Очень важен вопрос, есть ли на Земле кратер, который может быть отождествлен с падением такого астероида. Поскольку океан занимает сейчас 71% поверхности земного шара, то остается лишь 29% шансов найти его на поверхности суши.

Наиболее вероятным кандидатом является Карский кратер (вблизи р. Кара, начинающейся на Северном Урале и впадающей в Байдаракскую губу Карского моря) [53].

На поверхности современной суши обнаружено к настоящему времени лишь четыре ударных кратера, относящиеся по времени образования к границе мела и палеогена. Это две группы двойных кратеров на территории СССР: на побережье Карского моря и в Приазовье. Наибольший из этих кратеров, Карский, имеет диаметр 60 км, два кратера, Усть-Карский и Каменский, — диаметрами по 25 км и Гусевский — диаметром 3 км [54]. Все они находятся на одной дуге большого круга и явно произошли от одной системы, связанной своим слабым полем тяготения и двигавшейся по одной траектории, но развалившейся в гораздо более сильном поле тяготения Земли по мере приближения к ней. Такая система при столкновении с Землей вполне могла поднять в воздух количество пыли, достаточное по порядку величины, чтобы вызвать описанную экологическую катастрофу, поскольку одновременное соударение двух (или трех) астероидов высвобождает больше энергии и поднимает больше пыли, чем один астероид с массой, равной их сумме.

Подводя итоги этого раздела, можно заключить, что гипотеза о падении небольшого астероида (или двух-трех астероидов) представляется достаточно веской для объяснения причин экологической катастрофы 65 млн лет назад. Ясны и физические механизмы воздействия на биосферу —



запыление атмосферы, прекращение доступа солнечного света к поверхности, в результате чего прекращается фотосинтез и наступает резкое похолодание поверхности суши. Хотя запыление атмосферы было в сотни раз большим, чем при возможном ядерном конфликте, для резкого падения температуры поверхности суши вовсе не нужно ослабления солнечного света в десятки тысяч раз, как при падении астероида. Сейчас уже очевидно, что достаточно ослабления света всего в несколько раз, чтобы осуществилось основное понижение температуры. Наиболее полно этот эффект экспериментально изучен на Марсе.

### ПЫЛЬНЫЕ БУРИ НА МАРСЕ

Реальным и хорошо изученным природным явлением, в некоторых чертах сходным с последствиями ядерной войны, являются пыльные бури на Марсе. Они также вызывают заметное охлаждение поверхности планеты и существенный разогрев ее атмосферы.

Пыльные бури на Марсе были хорошо известны и в докосмическую эру по наземным астрономическим наблюдениям начиная с конца XVIII в. Они, как правило, наблюдались в периоды великих противостояний Марса, когда Марс находится ближе всего к Земле и к Солнцу и когда он наблюдается наиболее интенсивно. Во время прохождения Марсом перигелия в его южном полушарии конец весны—начало лета. При этом инсоляция поверхности планеты максимальна и больше средней примерно на 20% из-за большой вытянутости орбиты Марса. Еще в 1909 г. французский астроном Антониади высказал идею, что, хотя желтые облака Марса, состоящие предположительно из частичек пыли, встречаются и в другие времена, наиболее интенсивные из них должны развиваться именно в перигелийные противостояния [55]. Между соседними великими противостояниями проходит 15 или 17 лет (последнее было в 1971 г., а следующее будет в 1988 г.). За это время Марс еще 8 или 9 раз бывает вблизи своего перигелия. И действительно, во время противостояний Марса, соседних с великими, часто наблюдаются большие желтые облака. Однако в другие прохождения Марсом своего перигелия он или слишком далек от Земли, или находится на дневном небе, т.е. его астрономические наблюдения в эти периоды невозможны.

Во время последнего великого противостояния осенью 1971 г. астрономы уже в середине сентября зафиксировали появление отдельных пылевых облаков. В это время работал так называемый "пл. нетный патруль", когда по единой программе и одинаковой методике ряд астрономических обсерваторий мира ежечасно фотографировали основные планеты. Поэтому развитие бури 1971 г. продokumentировано во всех деталях. Когда в ноябре 1971 г. к Марсу приблизились межпланетные автоматические станции "Маринер-9", а затем "Марс-2" и "Марс-3", их телевизионные камеры увидели, что вся планета покрыта сплошным облаком пыли, сквозь которое выступали лишь вершины четырех самых высоких марсианских гор —

древних вулканов. Это пылевое облако рассеялось полностью лишь в феврале 1972 г. Впоследствии две орбитальные станции "Викинг" и две станции на поверхности планеты во всех деталях произвели как фотографирование развития пыльных бурь, так и разнообразные физические измерения, что и служит основой наших уже довольно полных знаний о развитии и сущности этого явления.

Облака пыли имеют тенденцию возникать в определенных местах, преимущественно в субтропических и умеренных широтах южного полушария Марса, в конце весны—начале лета. Они проходят дневной цикл развития, сильно возрастая к концу дня и оседая за ночь, но в среднем запыленность атмосферы на этих широтах растет. За несколько дней или неделю пыль охватывает весь пояс широт, где эти облака зарождаются. Далее эта пелена пыли начинает распространяться в меридиональном направлении, и за время порядка 10 дней эта пелена покрывает всю планету [55].

Для подъема песка и пыли в марсианскую атмосферу нужны скорости ветра порядка 40 м/с. Такие ветры для разреженной атмосферы Марса (масса атмосферного столба марсианской атмосферы примерно в 60 раз меньше, чем на Земле) не являются чем-то необычным, и они не раз фиксировались орбитальными аппаратами, хотя обычно ветры там слабее. Крупные частицы, поднятые в атмосферу, выпадая на поверхность Марса, выбивают много новых мелких частиц, которые осаждаются под действием силы тяжести сравнительно медленно. Другим механизмом заноса мелкой пыли в атмосферу являются пыльные смерчи, так называемые пыльные дьяволы. Они образуются при несильном ветре в условиях большого перегрева поверхности, т.е. сильной неустойчивости атмосферы. Для Марса такие условия наилучшие вблизи перигелия в полуденные часы. Разреженность атмосферы Марса в условиях сильного перегрева поверхности способствует развитию конвекции днем до больших высот, порядка 10 км и даже выше. Поэтому пыль довольно легко заполняет всю нижнюю атмосферу планеты [56, 57].

Что же способствует быстрому разносу пыли по горизонтали, так что за 1—2 недели пылевая пелена покрывает всю планету? В работах [56—58] независимо указано на механизм обратной связи между подъемом пыли и системой ветров в атмосфере. Суть его состоит в следующем. Пыль хорошо поглощает солнечное излучение, и поэтому запыленная атмосфера разогревается по сравнению с ее соседними еще чистыми областями. Это приводит к возникновению дополнительных ветров, скорости которых могут достигать десятков метров в секунду. Усилившийся ветер быстрее разносит пыль, уже находящуюся в атмосфере, и поднимает новые количества пыли с поверхности. В запыленной атмосфере скорость ветра быстрее растет с высотой, чем в нормальных условиях (пример — измерения профиля скорости ветра в условиях пыльных бурь в Казахстане), что также ускоряет разнос пыли [59].

Что же происходит в условиях глобальной пыльной бури? Данные зондирования атмосферы с орбитальных аппаратов показывают, что атмосфера

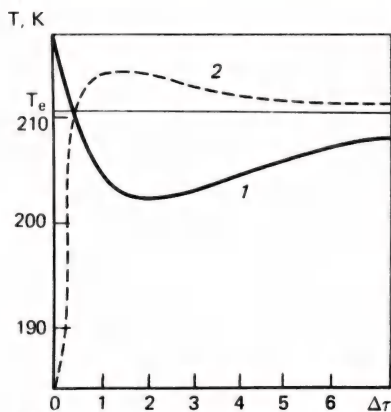


Рис. 8. Изменение температуры поверхности (1) и атмосферы (2) Марса во время глобальной пыльной бури в зависимости от оптической толщины облака пыли  $\Delta\tau$

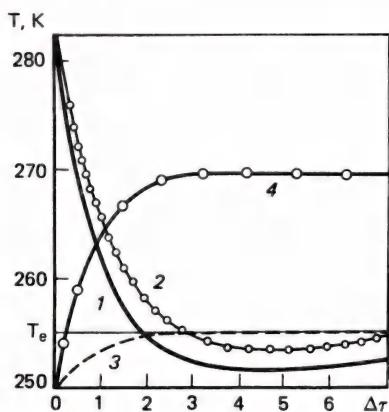


Рис. 9. Изменение температуры суши (1, 2) и атмосферы (3, 4) Земли в зависимости от оптической толщины аэрозольного слоя  $\Delta\tau$

1 — во время "ядерной ночи"; 2 — после гипотетического падения астероида; 3 — атмосфера над сушей; 4 — атмосфера над океаном

Марса при этом разогревается примерно на  $20-30^\circ$ , а прямые измерения "Викингов" на поверхности Марса показали, что при приходе пылевого облака температура поверхности падает на  $10-15^\circ$ . Уже упоминавшаяся простая модель радиационного баланса на верхней границе атмосферы и на поверхности планеты [60, 61] хорошо воспроизводит все эти изменения (рис. 8).

Весьма драматичны изменения структуры общей циркуляции марсианской атмосферы при глобальных пыльных бурях, зарегистрированные "Викингами" по измерениям на поверхности планеты.

В работе [62] предложена схема общей классификации структуры циркуляции планетных атмосфер. Согласно этой схеме циркуляция марсианской атмосферы должна быть близкой к земной. И действительно, станции на поверхности Марса зимой регистрировали весьма регулярное прохождение над ними циклонов и антициклонов, более регулярное, чем у нас, по всей видимости, из-за отсутствия океанов на Марсе. Когда приходит пыльная буря, всякая циклоническая активность в марсианской атмосфере прекращается.

Причины этого были изучены теоретически, и выводы теории были подтверждены лабораторными экспериментами [63]. Главной причиной изменений характера циркуляции атмосферы является резкое повышение вертикальной устойчивости запыленной атмосферы вследствие ее разогрева и остывания поверхности планеты. Лабораторная модель атмосферы состоит из вращающегося кольцевого сосуда с водой, у которого внутренняя



стенка, имитирующая полюс, более холодная, чем внешняя, имитирующая экватор. Впервые такие опыты были поставлены английским геофизиком Р. Хайдом в 1958 г. [64]. Меняя скорость вращения и перепад температуры между боковыми стенками, можно добиться того, что в воде в зазоре между стенками образуются многочисленные вихри, аналогичные атмосферным циклонам и антициклонам. Если на эту картину наложить еще и положительный вертикальный градиент температуры (т.е. сделать так, чтобы температура жидкости росла от дна к поверхности), то можно резко уменьшить число вихрей или подавить их совсем. Таково объяснение изменениям структуры общей циркуляции на Марсе в период глобальной пыльной бури.

Изучение основных черт марсианских пыльных бурь позволяет понять, каковы климатические последствия введения в атмосферу планеты больших количеств аэрозоля, поглощающего солнечное излучение. Марс показывает нам механизмы быстрого распространения пыли в глобальном масштабе, сильный нагрев его атмосферы, заметное охлаждение поверхности и изменение в результате всего этого структуры атмосферной циркуляции. В меньших масштабах пыльные бури существуют и на Земле [65, 66].

Сравнение климатических эффектов дыма от массовых пожаров ядерной войны и глобальных пыльных бурь на Марсе проведено в работах [4, 68]. Изменения температуры поверхности и атмосферы Марса во время глобальной пыльной бури показаны на рис. 8. Рассчитаны изменения температуры поверхности и атмосферы Земли во время "ядерной зимы" и после гипотетического падения астероида около 65 млн лет тому назад. Результаты этих расчетов показаны на рис. 9. Кривые на рис. 8 и 9, относящиеся к Марсу и земной суше, убедительно показывают, что похолодание суши наступает при наличии в атмосфере больших количеств аэрозоля практически независимо от его оптических свойств. Температура поверхности океана при сильном замутнении атмосферы незначительно повышается.

Конечно, в оцениваемых последствиях ядерной войны всегда будет какая-то неопределенность в зависимости от выбранных сценариев войны, от сезона ее начала, даже от конкретной метеорологической ситуации. Тем не менее рассмотренные нами природные аналоги уже показывают, что последствия могут быть весьма грозными и длительными. Остаются еще неясности, касающиеся горизонтального распространения дыма от пожаров, подъема его в высокие слои атмосферы, времени жизни аэрозоля, процессов его вымывания осадками. Есть, в частности, веские основания ожидать заметного ослабления осадков в задымленной и разогретой атмосфере. Основной причиной этого является разогрев атмосферы по отношению к охлажденной поверхности и, как следствие, меньшая относительная влажность воздуха, поэтому влагообмен уменьшится [3, 4]. Ученые разных стран продолжают активно работать над этими и рядом смежных проблем [68—70]. Они надеются, что их труд поможет тому, чтобы предсказания о последствиях ядерной войны навсегда остались бы лишь предсказаниями.

## Литература

1. Nuclear war: the aftermath// *Ambio*. 1982. Vol. 11. N 2/3, P. 75–176.
2. Всесоюзная конференция ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны, за разоружение и мир// *Вестн. АН СССР*. 1983. № 9. С.3–124.
3. *Обухов А.М., Голицын Г.С.* Возможные атмосферные последствия ядерного конфликта//*Земля и Вселенная*. 1983. № 6. С. 5–13.
4. *Голицын Г.С., Гинзбург А.С.* Климатические последствия возможного ядерного конфликта и некоторые природные аналоги. М.: Ин-т физики атмосферы АН СССР. 1983. 24 с. Препр.
5. *Turco R., Toon O., Ackerman T.*, et al. The climatic effects of nuclear war//*Sci. Amer.* 1984. Vol. 251. N 2, P. 23–33
6. *Ehrlich P.R., Sagan C., Kennedy D., Roberts W.O.* The cold and the dark: The world after nuclear war. N.Y.: W.W. Norton, 1984. 229 p.
7. *Обухов А.М., Голицын Г.С.* Ядерная война: воздействие на атмосферу// *Мир и разоружение*. М.: Наука, 1984. С. 92–102.
8. National Research Council: The effects on the atmosphere of a major nuclear exchange. Wash.: Nat. Acad. press, 1985. 193 p.
9. *Гинзбург А.С.* "Ядерная зима" – реальная угроза человечеству//*США – экономика, политика, идеология*. 1985. № 3 (183). С. 50–59.
10. *Голицын Г.С.* Последствия ядерной войны для атмосферы//*Природа*. 1985. № 6. С. 22–29.
11. *Будыко М.И.* Аэрозольные климатические катастрофы// *Природа*. 1985. № 6, С. 30–38.
12. The effects of nuclear weapons/Ed. S. Glasstone, P. Dolan. 3rd ed. Wash.: US Gov. Prin. Off., 1977. 653 p.
13. *Эйби Дж.* Землетрясения. М.: Недра, 1982. 242 с.
14. *Foley H.M., Ruderman M.A.* Stratospheric  $\text{NO}_x$  production from past nuclear explosions//*J. Geophys. Res.* 1973. Vol. 78. P. 4441–4449.
15. *Luther F.M.* Nuclear war: Short-term chemical and radiative effects of stratospheric injections: Prepr. UCRL-89957. Livermore Lawrence Nat. Lab., Livermore, Calif., 1983.
16. *Израэль Ю.А., Петров В.Н., Северов Д.А.* О влиянии атмосферных ядерных взрывов на содержание озона в атмосфере//*Метеорология и гидрология*. 1983. № 9. С. 5–13.
17. *Александров Э.Л., Кароль И.Л., Ракипова Л.Р., Седунов Ю.С., Хргиан А.Х.* Атмосферный озон и изменения глобального климата. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 168 с.
18. *Гречко Г.М., Еланский Н.Ф., Савченко С.А., Терехин Ю.Л.* О возможности визуального контроля состояния озоносферы с орбитальной станции//*Докл. АН СССР*. 1983. Т. 271. № 1. С. 76–81.
19. *Звенигородский С.Г., Смышляев С.П.* О возможном изменении содержания озона при интенсивном возмущении аэрозольной компоненты//*Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана*. 1985. Т. 21. № 10. С. 1056–1063.
20. *Reinsel G.C.* Analysis of total ozone data for the detection of recent trends and the effects of nuclear testing during the 1960's//*Geophys. Res. Lett.*, 1981, Vol. 8, N 12. P. 1227–1230.
21. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 560 с.
22. *Кондратьев К.Я., Байбаков С.Н., Никольский Г.А.* Ядерная война, атмосфера и климат//*Наука в СССР*. 1985. 2. С. 2–14; № 3. С. 3–10.
23. *Crutzen P.J., Birks S.* The atmosphere after a nuclear war: twilight at noon//*Ambio*. 1982. Vol. 11. N 2/3. P. 114–125.
24. *Паст Х.* Вулканы и вулканизм. М.: Мир, 1982. 344 с.
25. *Галанопулос А.Г., Бекон Э.* Атлантида: за легендой – истина. М.: Наука, 1983. 216 с.
26. *Mass C., Robock A.* The short-term influence of the Mount St. Helens volcanic eruption on surface temperature in the north-west United States//*Mon.*

Weather Rev. 1982. Vol. 110, P. 614–622.

27. *Stommel H., Stommel E.* Volcano weather: the story of a year without summer. Boston: Seven Seas press, 1983, 177 p.

28. *Stothers R.B.* Mystery cloud of AD 536//Nature. 1984. Vol. 307. P. 344–345.

29. *Борисенков Е.П., Пасецкий В.М.* Экстремальные природные явления в русских летописях XI–XVII веков. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

30. *Львов П.Н., Орлов А.И.* Профилактика лесных пожаров. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 116 с.

31. *Сумин Ю.П.* Об опытах по тушению (локализации) лесных пожаров путем искусственного воздействия на облака//Тр. ГГО. 1971. Вып. 262. С. 54–69.

32. *Watson H.N.* Alberta forest fire smoke//Weather. 1952. Vol. 7. P. 128–130.

33. *Сумин Ю.П.* Методы искусственного вызывания осадков и их практическое применение: Дис. ... канд. физ.-мат.-наук. Л.: ГГО, 1973. 147 с.

34. *Коровченко А.С.* Метеорологические условия полетов над горно-лесистыми районами // Гражд. авиация. 1958. №10. С. 32–33.

35. *Кондратьев К.Я., Корзов В.И., Тер-Маркарян Н.Е.* Характеристики системы "подстилающая поверхность–атмосфера" в условиях значительной запыленности // Тр. ГГО. 370. Вып. 1976. С. 119–128.

36. *Григорьев А.А., Лунатов В.Б.* Дымовые загрязнения атмосферы по наблюдениям из космоса. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 36 с.

37. The newsletter of the Center on the consequences of nuclear war. Fall–Winter 1985. Wash. (D.C.). P. 6.

38. *Валендик Э.Н., Матвеев П.М., Сафронов М.А.* Крупные лесные пожары. М.: Наука, 1979. 232 с.

39. *Арцыбашев Е.С.* Лесные пожары и борьба с ними. Л.: Лесн. пром-сть, 1974. 134 с.

40. *Сафронов М.А., Вакуров А.Д.* Огонь в лесу. Новосибирск: Наука, 1981. 94 с.

41. *Девлишев П.П.* и др. Исследование возможности применения лазерных методов при зондировании пожара // Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1979. Ч. 2. С. 158–164.

42. *Crutzen P.J., Galbally I.E., Brühl C.* Atmospheric effects from post-nuclear fires // Climatic Change. 1984. Vol. 6. N 3. P. 323–364.

43. *Гостинцев Ю.А., Солодовник А.Ф., Лазарев В.В., Шацких Ю.В.* Турбулентный термик в стратифицированной атмосфере. ИХФ АН СССР. 1985. 46 с. Препр.

44. *Гинзбург А.С., Голицын Г.С., Демченко П.Ф.* Развитие сильно замутненного конвективного пограничного слоя // Тр. IX Междунар. конф. по физике облаков, Таллин, 1984. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 945–951.

45. *Будыко М.И.* Изменения окружающей среды и смена последовательных фаун. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 77 с.

46. *Russel D.A.* The mass extinctions of the late mesozoic // Sci. Amer. 1982. Vol. 246. N 1, P. 48–55.

47. *Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F., Michel H.V.* Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinctions: Experiment and Theory // Science. 1980. Vol. 208. N 4448. P. 613–615.

48. *Назаров М.А.* Геохимические свидетельства катастрофы // Природа. 1986. №1. С. 53–57.

49. *Luck J.M., Turekian K.K.* Osmium-187/Osmium-186 in manganese modules and the creataceous-tertiary boundary // Science. 1983. Vol. 222. N 4624. P. 613–615.

50. *Мелекесцев И.В.* Вулканизм как альтернатива космической катастрофы // Природа. 1986. № 1. С. 65–66.

51. *Будыко М.И., Голицын Г.С., Израэль Ю.А.* Глобальные климатические катастрофы. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 158 с.

52. *Pollack J.B., Toon O.B., Ackerman T.R. et al.* Environmental effects of an impact generated dust clouds implications for the Cretaceous–Tertiary extinctions // Science. 1983. Vol. 219. N 4582. P. 287–289.

53. *Масайтис В.Л., Мащак М.С.* Им-



пактные события на границе мела и палеогена // Докл. АН СССР. 1982. Т. 265. №6. С. 1500–1503.

54. Масайтис В.Л. Ударные события и развитие биосферы // Природа. 1986. №1. С. 60–63.

55. Мороз В.И. Физика планеты Марс. М.: Наука, 1978. 454 с.

56. Hess S.L. Martian winds and dust clouds // Planet. and Space Sci. 1973. Vol. 21. N 9. P. 1549–1557.

57. Golitsyn G.S. On the Martian dust storms // Icarus. 1973. Vol. 18. N 1. P. 113–119.

58. Gierash R., Goody R. The effect of the thermal and dynamical structure of the Martian lower atmosphere // J. Atmos. Sci. 1972. Vol. 29. N 2. P. 400–402.

59. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. On the local structure of the nature dust storms // J. Atmos. Sci. 1974. Vol. 31. N 8. P. 1917–1933.

60. Гинзбург А.С. О радиационном режиме атмосферы и запыленной атмосферы Марса // Докл. АН СССР, 1973. Т. 208. № 2. С. 295–298.

61. Гинзбург А.С. Радиационная энергетика климатической системы // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1982. Т. 18. № 12. С. 1262–1268.

62. Голицын Г.С. Введение в динамику планетных атмосфер. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 104 с.

63. Бубнов Б.М., Голицын Г.С. Тео-

ретическое и лабораторное моделирование влияния статической устойчивости на структуру общей циркуляции атмосферы // Докл. АН СССР. 1985. Т. 281. № 5. С. 1076–1079.

64. Hide R. Some experiments on thermal convection in a rotating liquid // Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 1958. Vol. 79. N 339. P. 161–180.

65. Carlson T.N., Benjamin S.G. Radiative heating rate for Saharan dust // J. Atmos. Sci. 1980. Vol. 37. N 1. P. 193–213.

66. Brinkman A.W., McGregor S. Solar radiation in dense Saharan aerosol in northern Nigeria // Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 1983. Vol. 109. P. 831–847.

67. Golitsyn G.S., Ginsburg A.S. Comparative estimates of climatic consequences of Martian dust storms and of possible nuclear war // Tellus. 1985. Vol. 37B. N 3. P. 17.

68. Ginsburg A.S., Golitsyn G.S., Vasiliev A.A. Global consequences of a nuclear war: A review of recent Soviet studies // World Armaments and Disarmament. SIPRI Yearbook. 1985. P. 197–125.

69. Pittock A.B., Ackerman T.P., Crutzen P.J. et al. Environmental consequences of nuclear war. SCOPE 28. Chichester: J. Wiley and Sons. 1985. Vol. 1. 350 p.

70. Golitsyn G.S., Phillips N.A. Possible climatic consequences of a major nuclear war // Report to XXXVII Executive Council of WMO. Geneva, June 1985.

## МЕДИЦИНСКИЕ И ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗМОЖНОГО ЯДЕРНОГО КОНФЛИКТА

*А.А. Баев, Н.П. Бочков, В.И. Иванов*

При попытке хотя бы качественно оценить ближайшие и отдаленные биологические и медицинские последствия ядерной войны необходимо исходить из того, что такая война, раз начавшись, непременно разрастется до масштаба мирового ядерного пожара. Размер уже накопленных запасов ядерного оружия таков, что ни у одного региона земного шара при ядерном конфликте не останется шансов избежать той или иной степени поражения.

Более или менее ясна и однозначна печальная судьба тех территорий со всем их населением и природными сообществами животных, растений и микроорганизмов, которые оказались бы в зонах сплошного ядерного поражения, т.е. вблизи эпицентров взрывов ядерных устройств. Такие территории неизбежно превратились бы в выжженные пустыни, к тому же массивно и на многие годы зараженные радиоактивными загрязнениями в масштабах, исключающих их вторичную репопуляцию биологическими сообществами и человеком. Кроме того, такие мертвые зоны стали бы на долгое время опасными очагами распространения радиоактивных продуктов, распыляемых в результате ветровой эрозии грунтов и разносимых в виде растворов и суспензий как с поверхности, так и с грунтовым стоком.

Сценарии ядерной войны позволяют с достаточной достоверностью судить о человеческих потерях. Так, в монографии Е.И. Чазова, Л.А. Ильина и А.К. Гуськовой [1] рассмотрен сценарий атомной атаки мощностью 1 Мт города с населением в 1 млн. В зависимости от рода взрыва (воздушный, наземный) к исходу первого дня погибнет 200–310 тыс. человек и 350–380 тыс. получают повреждения различной тяжести. Без поражений (по крайней мере в первое время) останется 450–310 тыс. человек. Особенно тяжелые последствия возникнут в случае тотальной ядерной войны. Оценки этих потерь приведены в работе Л.А. Ильина [2] (табл. 1).

В журнале "Ambio" опубликована серия статей, рассматривающих сценарий глобальной ядерной войны, в которой противостоящими сторонами будут использованы ядерные устройства общей мощностью 5742 Мт [3]; разумеется, в этом случае потери будут значительно выше. В статье [4] указывается, что в Северном полушарии (в меньшей степени — в Южном) из 1290 млн населения 750 млн будут убиты, 340 млн выживших получат увечья и радиационные поражения. Только 200 млн избегнут

Таблица 1.

Ожидаемые медицинские последствия тотальной ядерной войны [2]

Континент	Население, млн	Мощность удара, Мт	Число, млн		Общее число жертв, млн
			погиб- ших	пора- женных	
Европа	670	1650	249	193	442
Азия	2620	6640	717	783	1500
Северная Америка	363	900	89	55	144
Африка	468	640	50	33	83
Южная Америка	244	330	41	29	70
Австралия, Океания	22,6	30	3,6	2,5	6,1
Весь мир	4390	10 000	1150	1095	2245

повреждений и будут предоставлены собственной, совсем неясной, судьбе.

До сих пор вся стратегия военной медицины основывалась на опыте войн с применением обычных видов оружия или стихийных бедствий в мирное время. Трудно представить себе, как можно воспользоваться таким опытом в случае ядерной войны. Ядерные взрывы моментально привели бы к гибели в рамках большого города 1/3 населения, такое же количество окажется пострадавших (ожоги, ранения, травмы). В городе с населением 1 млн будет 150 тыс. с ожогами, 200 тыс. с травмами, 30 тыс. с комбинированными поражениями [5]. Большинство больниц, других медицинских учреждений, запасов медицинского обеспечения будет разрушено. Медицинский персонал пострадает вместе со всем населением и даже больше, поскольку в процессе оказания первой помощи пострадавшим сам будет сильно облучаться. Большая часть пораженных останется без всякой помощи не только из-за недостаточного количества врачей и медицинских сестер, но и из-за дезорганизации всей коммунальной службы и транспортных средств. Радиоактивное заражение местности увеличит число пострадавших. Оставшиеся в живых неизбежно будут охвачены паникой или находиться в состоянии ступора. Отсюда ясно, что в таких условиях возможности оказания необходимой или хотя бы первой помощи пострадавшим в ядерной катастрофе и сохранения им жизни, которыми будут располагать оставшиеся в живых работники здравоохранения, практически равны нулю [5].

Международный комитет экспертов ВОЗ в области медицины и здравоохранения при рассмотрении медицинских последствий ядерной войны



пришел к выводу, что ни одна служба здравоохранения в любом районе мира не сможет оказать эффективной помощи сотням тысяч людей, пострадавшим в результате действия воздушной волны и теплового излучения и радиации при взрыве даже одной бомбы мощностью 1 Мт. Это непосильное бремя для любых национальных медицинских и санитарных служб [6].

Хорошо сейчас изученные последствия американских "экспериментальных" ядерных взрывов над японскими городами Хиросима и Нагасаки в августе 1945 г. не могут служить адекватной моделью опасных биологических и медицинских последствий глобального ядерного конфликта. При всей трагичности судьбы Хиросимы и Нагасаки эти города представляли собой локальные очаги поражения в результате взрывов маломощных (в сравнении с современным ядерным оружием) атомных бомб, окруженные практически неизменной экологической, экономической и социальной средой. В противоположность этому массированное применение ядерного оружия в масштабах целых континентов привело бы к возникновению обширных зон, хотя, естественно, и неравномерного, поражения биосферы и ноосферы. Относительно мало пораженные участки представляли бы собой лишь локальные оазисы более или менее сохранившейся живой природы.

Таким образом, непосредственные потери при ядерной войне будут огромны, но ими далеко не заканчиваются события. Значительно сложнее прогнозировать биологические и медицинские последствия ядерных взрывов для территорий и акваторий Земли, оказавшихся вне зоны сплошного ядерного поражения. Эти регионы пострадали бы в меньшей степени или совсем незначительно от таких первичных поражающих факторов ядерных взрывов, как ударная волна, тепловые и световые излучения; на их дальнейшую судьбу повлияют такие факторы, как резкое глобальное изменение метеорологических и гидрологических условий ("ядерная зима"), а также действие повышенной радиации, обусловленной непосредственно взрывами, излучением продуктов распада ядерного горючего и эффектом наведенной радиоактивности.

Биологические и медицинские последствия ядерных взрывов вне очагов сплошного губительного поражения можно (в известной мере условно, так как это единый комплекс процессов) разделить на три категории: 1) поражение среды обитания человека (экологические последствия); 2) поражение отдельных индивидов, их совокупностей и целых популяций, непосредственно подвергшихся действию внешних источников излучений или аккумулировавших радиоактивные продукты (патологические последствия); 3) изменение наследственного материала у потомства облученных организмов (генетические последствия).

Применительно к судьбе человека и человечества в целом экологические последствия ядерного конфликта можно, в свою очередь, подразделить, опять-таки несколько условно, на две группы процессов: изменение природных экологических систем — биогеоценозов и изменение антропогенных компонентов окружающей среды, т.е. техносферы и социосферы.

При построении прогностических оценок экологических последствий ядерного конфликта необходимо опираться на данные современного естествознания о структуре и функционировании наружных оболочек Земли, прежде всего на учение В.И. Вернадского о биосфере [7] и учение В.Н. Сукачева о биогеоценозах [8].

Биосфера функционирует как единый планетарный механизм: 1 — ассимиляции солнечной энергии, углекислоты, воды и минеральных веществ зелеными растениями (первичными продуцентами органических веществ), 2 — многократной трансформации и реутилизации этих веществ животными и микробами, 3 — деградации органических веществ до исходных минеральных продуктов микроорганизмами-минерализаторами. Динамическое равновесие этих процессов в масштабах планеты и определяет как само существование жизни на Земле в течение геологически длительного периода, так и химический состав и направление химических процессов в твердых породах, воде и атмосфере планеты.

Даже в условиях мирного времени совокупная индустриальная деятельность современного человечества оказывается достаточно мощным фактором, оказывающим ощутимое воздействие на вековой ход жизни биосферы, что проявляется в изменении газового состава атмосферы, гидрологического режима природных вод и т.д. Несравненно более крупные изменения неизбежно возникнут в связи с массивными выделениями тепловой энергии, углекислоты, аэрозолей в результате крупномасштабного ядерного конфликта, не говоря уже о последствиях глобального радиоактивного заражения, о чем речь пойдет ниже.

Существенной особенностью биосферы Земли является ее структурированность, подразделенность на относительно автономные в отношении круговорота вещества и энергии подсистемы — биогеоценозы. По В.Н. Сукачеву [8] и Н.В. Тимофееву-Ресовскому [9], биогеоценоз есть элементарная единица биосферы, объединяющая определенное по видовому составу растений, животных и микробов сообщество организмов (биоценоз) и совокупность природных компонентов в местах обитания этого сообщества (биотоп). Природные биогеоценозы характеризуются динамической устойчивостью, обеспечиваемой, с одной стороны, сбалансированностью трофических<sup>1</sup> связей между их биотическими компонентами и, с другой — относительным постоянством локальных природных условий (микроклимат, почвы, гидрологический режим и т.д.). Показано, что устойчивыми по своей видовой структуре могут быть только многокомпонентные биогеоценозы, населенные большим числом видов растений, животных и микроорганизмов, объединенных единой системой трофических связей [10].

За 50–70-е годы во всем мире проделана огромная работа по изучению влияния радиации на природные и модельные биогеоценозы. Остановимся в качестве примера на основных результатах пионерских исследований

<sup>1</sup> Трофическая связь — взаимодействие различных видов живой природы на основе взаимной поставки пищи и корма.



в этом направлении Н.В. Тимофеева-Ресовского и его сотрудников [11]. Эти работы с самого начала были проникнуты идеями В.И. Вернадского и В.Н. Сукачева и потому отличаются необходимой комплексностью, что позволило сформулировать самостоятельное направление в биогеоценологии — радиационную биогеоценологию [12].

Кратко наиболее существенные в плане данной статьи положения радиационной биогеоценологии сводятся к следующему.

Биологические виды, образующие любой биогеоценоз, резко (до нескольких порядков) различаются по радиочувствительности. Наиболее чувствительны в этом отношении животные: даже относительно небольшие дозы облучения (порядка до 1 Гр) уже приводят к заметному угнетению биомассы и биопродуктивности популяций, а при дозах в несколько греев начинается поочередное (зависящее от радиочувствительности) вымирание популяций отдельных видов [13]. Более радиоустойчивы растения и микроорганизмы, особенно в покоящихся стадиях (семена, споры): при дозах до 1 Гр может иметь место даже некоторое возрастание биомассы и биопродуктивности их популяций [14]. При увеличении дозы облучения реакция растений и микроорганизмов изменяется на противоположную и повторяется все то, что было сказано выше в отношении животных.

Таким образом, в результате облучения и существенных климатических колебаний не только происходит усиливающееся с дозой снижение общей биомассы и биопродуктивности биогеоценозов (в том числе выделения молекулярного кислорода в процессе фотосинтеза), но перестраивается также их структура: прогрессирующим образом обедняется видовой состав сообществ, разрушаются устоявшиеся трофические связи, т.е. создаются условия, снижающие устойчивость биогеоценозов вплоть до полного их разрушения. В ходе смены поколений неустойчивость сообществ будет усиливаться из-за увеличения генетического груза популяций за счет повышения уровня спонтанного мутационного процесса (см. ниже).

Деградация биогеоценозов наблюдается при воздействии как внешних, так и поглощенных радиоизотопов.

В последнем случае (при действии долгоживущих радиоизотопов) хронический характер облучения уменьшает регенерационные возможности сообществ.

Повреждающее действие радиоизотопов усугубляется еще и тем, что они очень медленно и лишь в незначительных количествах выводятся за пределы биогеоценозов. Практически все известные радиоизотопы, попадающие в окружающую среду в низких (в химическом смысле) концентрациях, обладают способностью прочно сорбироваться грунтами и, что самое главное, накапливаться в биомассе. Первые наблюдения о накоплении радиактивными организмами сделаны В.И. Вернадским еще в 20-е годы [15]. Концентрация радиоизотопов в биомассе может в десятки, сотни, а то и сотни тысяч раз превышать их концентрацию в окружающей среде, что существенно повышает интенсивность внутреннего облучения организмов [16].



Кроме того, аккумулярованные в организмах радиоизотопы передаются по трофическим цепям, в том числе попадают в повышенных концентрациях вместе с пищей в тело человека.

Из сказанного видно, что в случае крупномасштабного ядерного конфликта наступят крупномасштабные же (если не глобальные) неблагоприятные перестройки не только отдельных биогеоценозов, но и биосферы в целом, что может поставить под угрозу само ее существование.

В результате многовекового развития цивилизации, экономики, технологии человечество давно уже вышло из первобытного окружения природы. В наше время индустриальная деятельность человека стала особенно ощутимо сказываться на ходе глобальных процессов. Это побудило В.И. Вернадского еще в 1944 г. высказать положение о том, что человечество преобразует биосферу в ноосферу — сферу разума [17]. Теперь же в связи с нарастающей угрозой ядерного конфликта человечество стоит перед выбором — сделать ли ноосферу процветающей, достойной высокого звания Человека разумного — *Homo sapiens*, или превратить ее в дементосферу — сферу безумия, а может быть, и в некросферу — сферу смерти.

В случае глобального ядерного конфликта существующая система удовлетворения жизненных потребностей людей окажется разрушенной на огромных территориях. Она не может быть быстро восстановлена, потому что одновременно пострадают био- и техносфера. Разрушатся промышленные предприятия, прекратится производство жизненно необходимой для людей продукции (пища, одежда и т.д.), произойдет выброс в окружающую среду большой массы токсических продуктов. Эти последствия, возникнув сразу после взрывов, останутся надолго. Загрязнение вод открытых водоемов, подземных вод, почвы, атмосферного воздуха — только это приведет к повышенной заболеваемости и смертности (даже если не рассматривать глобальные геофизические изменения).

По данным Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены, хроническое воздействие на организм даже таких "обычных" загрязнителей, как сернистый и угарный газы, окислы азота, при превышении предельно допустимых концентраций их в атмосферном воздухе более чем в 5 раз увеличивают частоту хронических неспецифических заболеваний легких, бронхиальной астмы [18]. На основе известных количественных закономерностей можно оценить показатели здоровья при изменении условий жизни. Такие расчеты показывают, что превышение загрязненности атмосферы обычными продуктами сгорания в 10 раз вызовет катастрофический рост аллергических заболеваний, болезней нервной системы и органов чувств, хронических заболеваний легких.

Трудно сейчас оценить отдаленные гигиенические последствия таких событий, как, например, разрушение дамб водоемов-накопителей, содержащих огромные количества высокотоксичных промышленных стоков. Совершенно очевидно, что полное "выздоровление" почв и водоемов потребует впоследствии десятки лет.

В экстремальных условиях после ядерных взрывов водоснабжение насе-

ления может осуществляться преимущественно за счет подземных вод. Между тем в результате серьезных изменений естественных гидрологических условий после атомных взрывов токсические вещества из сточных вод попадут в водоносные горизонты, где сохранятся надолго.

Даже спустя определенный период, когда концентрация токсических химических соединений в воздухе, почве и воде снизится до уровней, не вызывающих острых отравлений, жизнь на затронутых взрывами территориях повлечет за собой ухудшение состояния здоровья и рост заболеваемости.

Не менее вредные гигиенические последствия возникнут в результате разрушения жилищ и коммунального хозяйства. Оставшиеся в живых после ядерных ударов останутся без жилищ, водоснабжения, централизованных источников тепла и света, системы очистки от жидких и твердых отходов, транспорта и т.д. Примеры последствий подобного рода известны из предыдущих войн, но в неизмеримо меньших масштабах.

Известны данные о состоянии здоровья жителей Ленинграда во время блокады [19]. Блокада тяжело отразилась на здоровье всего населения, особенно женщин и детей. Так, в 1942 г. заболеваемость среди рабочих возросла по сравнению с 1940 г. на 25%; средняя продолжительность болезни, которая является показателем тяжести течения, увеличилась более чем в 2 раза. Надо еще принимать во внимание, что статистика заболеваемости того времени далеко не отражала истинного положения дел. Нарушение здоровья женщин выражалось в аменорее (от 64 до 95%), до и послеродовой заболеваемости с высокой смертностью. Дети отставали в физическом развитии, увеличилась их заболеваемость. Почти у всех детей наблюдалась алиментарная дистрофия, нарушения обмена веществ, тяжелые функциональные расстройства нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, почек.

Эпидемии тифов, дизентерии, холеры, чумы всегда были спутниками войн. Разрушения населенных мест и средств жизнеобеспечения, отсутствие санитарно-гигиенических служб, резкое ослабление защитных сил организма у облученных людей и многие другие следствия ядерных взрывов приведут к росту тяжелых инфекционных заболеваний, в том числе особо опасных. Условия для возникновения и поддержания эпидемических вспышек будут долго сохраняться после ядерной войны. Трудно в настоящее время оценить количественно размах эпидемиологических последствий ядерной войны, потому что подобных тотальных катастроф в истории человечества не было. Не вызывает, однако, сомнения ни их возникновение, ни их огромные масштабы.

Помимо опосредованного влияния на состояние здоровья населения через изменения среды обитания, радиоактивное загрязнение биосферы будет оказывать и прямое патогенное воздействие.

Уже первооткрыватель радиоактивности А. Беккерель стал одной из первых ее жертв, получив тяжелые лучевые ожоги. За прошедшие с тех пор примерно 80 лет, особенно с наступлением "атомной эры", сложились достаточно полные представления о лучевой болезни, ее патогенезе, клиничес-



ком течения, осложнениях. Ясно, что при мощных взрывах в пределах крупных городов некоторая часть населения окажется в зоне, где доза облучения настолько большая, что неизбежно вызовет это тяжелое и почти неподдающееся излечению заболевание. Даже у людей с относительно легкой формой лучевой болезни будут наблюдаться симптомы преждевременного старения, нарушений иммунной системы, кроветворения и др.

Среди самых разнообразных нарушений здоровья людей особое место займут поражения иммунной системы организма. Главную роль в защите человека от бактериальных, вирусных и грибковых инфекций играют специализированные лимфоидные клетки, объединяемые в лимфоидную систему. В нормальных условиях как число клеток разных типов, так и их активность сбалансированы, вследствие чего организм отвечает на внедрение возбудителей инфекций защитной иммунной реакцией — достаточно сильной, но не чрезмерно высокой, направленной на уничтожение болезнетворных агентов. Вне зоны сплошного поражения ионизирующая радиация — один из главных действующих факторов ядерного взрыва, не вызывающий немедленной гибели, но оказывающий сильнейшее влияние на иммунную систему. Наиболее чувствительными к облучению являются Т-клетки (помощники и эффекторы), тогда как Т-супрессоры и В-клетки более устойчивы. В результате облучения страдают все функции иммунной системы, развивается так называемое иммунодефицитное состояние, причем важно отметить, что это происходит как за счет уменьшения абсолютного числа Т-помощников и Т-эффекторов, так и вследствие нарушения баланса между этими типами Т-клеток и Т-клетками-супрессорами. Последние, оказываясь в относительном большинстве, сильнее, чем в норме, угнетают иммунную реакцию (т.е. прямую функцию В-клеток и других Т-клеток), и в результате организм оказывается сильно подверженным инфекционным заболеваниям. Частота вирусных и бактериальных инфекций резко возрастает, и протекают они гораздо тяжелее, чем у необлученных организмов.

Экспериментальные и клинические исследования позволяют считать дозу ионизирующей радиации в 150–200 рад как существенно нарушающую функции иммунной системы. Меньшие дозы, порядка 100–150 рад, хотя и вызывают изменения со стороны иммунной системы, но при своевременном и правильном лечении не оставляют серьезных последствий. Однако подобные расчеты относятся к облучению как единственному фактору, воздействующему на организм, без каких-либо дополнительныхотягощающих влияний. Между тем в условиях ядерной войны глобальных масштабов изменения окружающей человека среды будут столь велики, что их неизбежно приходится учитывать для оценки суммарного влияния на организм человека. Это относится и к прямым эффектам ядерных взрывов (нарушение озонового слоя атмосферы и усиление ультрафиолетовой радиации, запыленность атмосферы и связанное с этим снижение температуры поверхности Земли), и к возникающему вследствие этого ухудшению условий жизни на Земле (в первую очередь недостаточности питания). Каждый из



этих факторов — повышенный уровень ультрафиолетовой радиации, охлаждение, дефицит пищевых продуктов, и особенно белкового и витаминного питания, — оказывает, как и радиация, неблагоприятное влияние на иммунную систему: поражение и дисбаланс популяции Т-клеток. То же самое относится и к травматическим и термическим повреждениям, а также к психологическим (стрессовым) воздействиям.

Отсюда понятно, что комбинированное влияние перечисленных выше вредоносных факторов даст резко отрицательный эффект даже в тех случаях, когда каждый из этих факторов в отдельности (в частности, облучение в дозе 100—150 рад и менее) не вызовет сколько-нибудь значительных и длительных нарушений в организме.

Резюмируя, можно заключить, что для тех расчетных 30% людей, которые останутся в живых после ядерного взрыва, в последующем создастся критическая ситуация, и одним из существенных факторов, определяющих ее, будет развитие у людей иммунодефицитного состояния, что при недостаточной медицинской помощи приведет к катастрофическим последствиям. Можно с полным основанием полагать, что эпидемические заболевания, нередко бывшие бичом войн прошлого, примут невиданные размеры, что в конечном итоге может привести к гибели человечества.

К более поздним последствиям облучения, возникающим даже при дозах, не вызывающих лучевую болезнь, относится повышение вероятности злокачественного роста.

Канцерогенность ионизирующей радиации была исследована детально как в условиях эксперимента, так и путем непосредственного наблюдения облученных лиц. С 20-х годов хорошо известны профессиональные раковые заболевания у рентгенологов, которые не подозревали о предательских свойствах ионизирующей радиации. Данные по радиационно-индуцированному раку систематизированы Научным комитетом ООН по атомной радиации, Комиссией по биологическим эффектам радиации и Международным комитетом защиты от радиации. Наиболее детальный обзор по онкологическим последствиям ядерной войны был опубликован ВОЗ [20].

Подсчет ожидаемых частот раковых заболеваний в результате ядерной войны может быть основан на экспериментальных данных по радиационно-индуцированному раку, наблюдениях по профессиональному раку и суммированных данных по Хиросиме и Нагасаки.

Наблюдения за выжившими после атомных бомбардировок, анализ историй болезней и свидетельств о смерти позволяют сделать объективные выводы о частоте рака, индуцированного радиацией. Были получены следующие результаты.

В обоих городах частота лейкемии начала расти через три года после бомбардировки и достигла пика к 1951—1952 гг. С тех пор у облученных лиц она стала стабильной. Частота лейкемии среди выживших в Нагасаки не превышала частоту в контрольной группе с начала 1970-годов, но в Хиросиме все еще наблюдается небольшой рост лейкемии у облученных. Все формы лейкемии (за исключением хронической лимфоцитарной лейкемии) увеличи-

лись у облученных лиц, но среди типов лейкоemий существуют комплексные различия в зависимости от возраста в момент бомбардировки города и продолжительности латентного периода после облучения. К 1978 г. общая смертность от лейкоemии, возникшей в результате радиации, среди всех переживших атомные бомбардировки приблизительно повысилась на 95% [21].

Показано, что чем меньше возраст во время бомбардировки, тем больше риск возникновения лейкоemии в раннем периоде и более быстрое уменьшение впоследствии. С другой стороны, в возрастной группе 45-летних на момент бомбардировки увеличение риска наблюдалось позднее и сохранялось на протяжении 1960–1971 гг. за счет острых форм лейкоemий. Риск возникновения хронической гранулоцитарной лейкоemии среди облученных большими дозами был наивысшим спустя 5–10 лет после облучения и постепенно уменьшался независимо от возраста в момент бомбардировки.

Четкая взаимосвязь между частотой лейкоemий и дозой радиации обнаружена для обоих городов, но в большей степени для Хиросимы. Самыми низкими дозами с демонстрируемым лейкоemическим эффектом являются дозы в пределах 0,2–0,4 Гр в Хиросиме. Отмечаемая разница между Хиросимой и Нагасаки была отнесена за счет нейтронной компоненты облучения в Хиросиме.

Что касается злокачественных солидных опухолей, то могут быть сделаны следующие выводы. Анализ смертности показал значительный выход смертей от злокачественных опухолей. Относительный риск для разных злокачественных опухолей значительно различается. Существенное увеличение очевидно для лейкоemии, рака легких, груди и желудка и для множественной миеломы. Если в наблюдения включены также данные по частоте возникновения раковых заболеваний, то относительный риск значителен для рака щитовидной железы. Предполагается, хотя еще и не подтверждено, что существует увеличение риска возникновения рака пищевода, толстой кишки, мочеполового тракта и слюнных желез. Нет данных по увеличению смертности от рака поджелудочной железы, прямой кишки или матки. Другие исследования на той же самой популяции не показали увеличения частоты рака печени, яичников и простаты, внутричерепного рака или остеосарком.

Частота гибели от всех злокачественных заболеваний нарастает с увеличением дозы как в Хиросиме, так и в Нагасаки, в большей степени в Хиросиме. По-видимому, это связано с различиями между городами по дозе нейтронов и за счет их большего биологического эффекта [22].

Радиационно-индуцированные раки появились только после латентного периода. Как это было ранее упомянуто, лейкоemия начала проявляться через три года после облучения, достигла пика спустя 6–7 лет, и в настоящее время уменьшилась почти до контрольного уровня. Более того, длительность латентного периода уменьшается в зависимости от дозы. Злокачественные новообразования (кроме лейкоemии) проявляют разные латентные периоды. Радиационно-индуцированные раковые заболевания не становятся очевидными до тех пор, пока не достигается обычный возраст для раковых за-



болеваний. Даже для тех индивидов, которые уже достигли "ракового" возраста во время бомбардировки, самый краткий латентный период 10–15 лет; для групп с высокой дозой облучения также не наблюдается сокращения латентного периода.

Процесс радиационного канцерогенеза мог быть модифицирован такими факторами, как возраст, пол, и подверженность действию других агентов, таких, как курение, гормоны и т.д. Абсолютный риск выше для тех, кто был моложе во время облучения.

Наиболее сильным проявлением среди женщин являлся риск рака молочной железы. Эффект оказался наиболее сильным для группы до 20 лет и менее сильным для женщин от 20 до 39 лет в момент облучения, и риска может не быть для подвергшихся облучению более старых женщин. Опасность повышенного риска является возрастнoзависимой, первоначально встречается в возрасте, когда обычно возникает рак молочной железы. Для женщин 20–30 лет минимальный индукционный период от 5 до 10 лет.

Общая смертность от радиационно-индуцированного рака в 1978 г. среди всех, переживших атомную бомбардировку, оценивается приблизительно в 340 смертных случаев, исключая лейкемию, по сравнению с более чем 10 000 случаями, не связанными с радиацией; увеличение составляет около 3,4%.

После краткого представления данных по частоте злокачественных раковых заболеваний среди выживших после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки ниже будут представлены данные по прогнозу частоты раковых заболеваний в случае ядерной войны. Подсчет ожидаемой частоты раковых заболеваний основан на возрастнoзависимых коэффициентах. Хорошо известно, что радиационно-индуцируемый канцерогенез не имеет порога дозы, а зависимость от дозы линейная или линейно-квадратичная. Необходимо подчеркнуть, что радиационное воздействие не индуцирует какой-то специфический тип рака, а только увеличивает частоту "спонтанных" злокачественных раковых заболеваний.

Принцип подсчета ожидаемой частоты раковых заболеваний после ядерной войны основывается не на частных сценариях (их существует много), а на более общих подходах, учитывающих дозу и условия облучения, возрастной состав и популяционную структуру населения.

Ожидаемая частота рака в ядерной войне зависит от дозы радиации. Представленные выше данные по частоте раковых заболеваний и лейкемии в Хиросиме и Нагасаки касаются средней дозы в 0,17 Гр. В случае ядерной войны дозы гамма- и нейтронного излучения будут значительно выше.

Основной вывод многих сценариев следующий: пережившие глобальный ядерный конфликт, вовлекающий 10 000 Мт ядерных взрывов, по меньшей мере подвергнутся облучению в дозах от 0,5 до 1,0 Гр. Естественно, что доля облученных будет много выше, чем в Хиросиме и Нагасаки. Практически все выжившие после ядерной войны во всем мире будут облучены. Даже на территориях, удаленных от мест взрывов, люди будут подвержены облучению радиоактивными осадками в дозах до 0,1 Гр и выше. В ядерной вой-



не общее число отдельных взрывов будет исчисляться сотнями тысяч. Определенная область может быть покрыта осадками от нескольких разных взрывов. Так же как в Хиросиме и Нагасаки, большинство смертей произойдет от взрывов, но, в отличие от Хиросимы и Нагасаки, широко распространенные разрушения и присутствие рано выпавших осадков устраняют помощь извне пораженным районам в течение недель и даже месяцев. Такие комплексно-взаимодействующие факторы исключают более точные предсказания послевоенной частоты раковых заболеваний.

Относительно дозы облучения для выжившей популяции после прекращения смертей в результате сильных радиоактивных повреждений принято считать, что все лица, получившие суммированное облучение свыше 6,0 Гр, погибнут и не будет смертельных случаев при облучении ниже 2,0 Гр, а пропорции умерших от острых симптомов составят соответственно 75, 50, 25 и 10% при 5,0–6,0, 4,0–5,0, 3,0–4,0 и 2,0–3,0 Гр.

Средняя доза среди выживших, подсчитанная таким образом, составляет 0,58 Гр. С доступностью новой информации становится возможным уточнить методы оценки доз, и таким образом, увеличивать их достоверность.

Можно привести обобщенные данные по оценке онкологических последствий расширенного ядерного конфликта. Расчеты показывают, что на 1 млн населения будет 150–180 тыс. больных злокачественными новообразованиями, из которых около 10 тыс. — вследствие облучения [23]. В среднем повышение смертности от злокачественных новообразований за счет новых случаев составит 5–17%.

Согласно расчетам Международного комитета экспертов ВОЗ (1983 г.), в случае ядерной войны среди выживших можно ожидать около 19 млн добавочных случаев злокачественных новообразований, из которых 12 млн будут относиться к населению США, Западной Европы и СССР [20].

Из всех типов отдаленных последствий ядерных взрывов самыми отдаленными можно считать генетические, потому что они не ограничиваются одним поколением. Губительное действие радиации на потомство облученных родителей известно уже более 50 лет, и в настоящее время установлены цитологические и молекулярные основы радиационного повреждения и его репарации. Само радиационное действие весьма сложно. Оно складывается из гамма-, бета- и нейтронного облучения, т.е. разных типов радиации, из первичного облучения при ядерном взрыве и последующего действия локальных, тропосферных и глобальных осадков, из поступления радиоактивных веществ с пищей. Словом, это не кратковременный эпизод, а цепь событий, простирающихся на многие десятилетия за пределы периода военных действий.

Этот след ядерных взрывов будет передаваться из поколения в поколение, проявляясь в повышенной частоте неблагоприятных исходов беременностей, рождения детей с врожденными пороками развития или наследственными болезнями.

Генетические последствия облучения в результате ядерных взрывов проявятся в тех группах людей, которые останутся или станут фертильными.

Дозу облучения, полученную такими индивидами, обычно пересчитывают на облученную популяцию в целом. С популяционной точки зрения для оценки повреждающих последствий дозу удобно выражать в виде произведения числа людей, способных иметь детей, на дозу облучения. На этой основе рассчитывают обобщенную популяционную величину — число людей, облученных в дозе 0,01 Гр.

Расчеты специалистов показывают, что в случае расширенного ядерного конфликта (более 5000 Мт на континент) популяционная генетически значимая доза составит  $2 \cdot 10^9$  человеко-греев сразу после взрыва и  $2 \cdot 10^8$  человеко-греев от радиоактивных осадков. Это означает, что в среднем каждый выживший индивидум детородного возраста будет облучен в дозе не менее 1 Гр [24]. По данным ряда авторов, генетическая доза облучения, удваивающая число мутаций в зародышевых клетках, находится в диапазоне от 0,16 до 2,5 Гр [21]. Вполне понятно, что в небольших популяциях нелегко обнаружить генетические эффекты облучения. Результаты всестороннего исследования потомства лиц, переживших атомные бомбардировки в Японии, позволили оценить "среднюю" удваивающую дозу для человека; она составила 1,56 Гр [21]. Научный комитет по действию атомной радиации при ООН называет в качестве удваивающей дозы 1 Гр [25]. Хотя эта величина достаточно высока, но сам факт возможности установления удваивающей дозы по результатам последствий атомных взрывов, а не только по экспериментальным данным, несомненно, указывает на действие радиации на зародышевые клетки человека.

Многочисленные экспериментальные данные позволяют сделать вывод об универсальном действии ионизирующей радиации на наследственность живых организмов. Различия отмечаются только в количественной стороне повреждающего действия на разные организмы [25–27].

Частота мутаций зависит от дозы облучения. На современном уровне знаний считается, что пороговость в действии излучения на наследственность отсутствует. Следовательно, с генетической точки зрения не может быть безвредных доз. Любая доза вызывает пропорциональное ей число мутаций.

Генетический эффект ионизирующих излучений зависит от характера облучения и типа излучений. Острое облучение в 3–5 раз эффективнее хронического. Генетическая (или относительная биологическая) эффективность нейтронного излучения в среднем в 5 раз выше по сравнению с гамма-облучением, а для некоторых нейтронов — до 20 раз. С этой точки зрения особенно серьезных биологических и генетических последствий следует ожидать от нейтронных бомб.

Генетические изменения под влиянием облучения возникают как в зародышевых, так и в соматических клетках. Радиочувствительность зародышевых клеток ниже, чем соматических, но принцип беспороговости действия радиации справедлив в полной мере в отношении индукции наиболее отдаленных последствий — генных мутаций в зародышевых клетках. Отсюда следует, что любая доза радиации вредна для человека, так как любое количество квантов энергии увеличивает число мутаций, которые практически

Таблица 2

Возможные генетические последствия облучения в дозе 1 Гр  
(число больных на 1 млн живорожденных) [25]

Категории болезней	"Спонтанная" частота	Увеличение на число случаев	
		в первом поколении	всего
Аутосомные доминантные и X-сцепленные	10 000	2 000	10 000
Рецессивные	1 100	Слегка	Очень небольшое повышение
Хромосомные	4 000	3 800	4 000
Врожденные аномалии, проявляющиеся в позднем периоде, конституциональные и дегенеративные болезни	90 000	500	4 500
Итого	105 100	6 300	18 500
Процент от общей частоты		6	17

всегда имеют отрицательное влияние на организм. Сообщения же, встречающиеся в литературе, об отсутствии действия радиации на наследственность человека объясняются не отсутствием такого влияния, а несовершенством методов оценки частот тех признаков, которые обусловлены наследственностью.

Можно привести также следующие данные. По сценарию [3] каждый житель Европы за 25 лет после войны получит дозу около 1 Гр, и тогда генетические последствия будут описываться таблицей, в основу которой положены коэффициенты риска, предложенные Научным комитетом по действию атомной радиации ООН [25] (табл. 2).

В заключение необходимо подчеркнуть, что еще не все последствия радиационных повреждений наследственности человека можно оценить, но из того, что уже известно, можно сделать вполне определенные выводы. Какие бы аспекты генетических эффектов возможного применения ядерного оружия ни рассматривались, везде речь идет об очень серьезных последствиях не только для пострадавшего поколения, но и для многих будущих поколений. К этому можно еще добавить генетические последствия от изменения экологической среды в связи с ядерными бомбардировками. Человек должен будет приспосабливаться к новым видам микроорганизмов, измененным растениям и животным. Сложившееся тысячелетиями равновесие нарушится, и наследственность по-другому будет проявляться в новой среде. Это может привести к патологическим реакциям на факторы внешней среды и явится источником новых форм болезней.



Применение ядерного оружия приведет к резкому уменьшению численности населения, а это означает, что возникнут предпосылки для брачных изолятов. За этим неизбежно последует увеличение частоты кровнородственных браков. Генетические последствия таких процессов выразятся в увеличении числа рецессивных заболеваний (гаргоилизм, пигментная ксеродерма, талассемии и сотни других тяжелых болезней).

Выше были разобраны в общей форме только основные группы отдаленных биологических и медицинских последствий ядерных взрывов (экологические, патологические, генетические). Приведенные цифры, вероятно, являются лишь нижней границей возможных эффектов. В действительности последствия будут тяжелее. Пока еще не поддаются даже приблизительной оценке такие послерadiационные последствия, как катаракты, ускоренное старение, иммунологическая недостаточность, тератогенез, психические болезни.

Таким образом, какие бы отдаленные последствия мы ни рассматривали, они создадут тяжелейшие условия для выживших после ядерной войны и поставят под сомнение существование человека как биологического вида.

Рассчитывать на какое-то обновление человеческого рода, на новый виток эволюции было бы наивно. Человек вступит в послеядерную эру практически с теми же биологическими качествами, которые существовали до нее, но он будет отягощен наследственными дефектами, соматическими и психическими болезнями. К тому же внешняя среда, к которой он должен приспособиться, будет неблагоприятной в большей степени, чем в какую бы то ни было известную нам эпоху. Выжившее человечество окажется в значительной мере лишено средств техники, которая пострадает при ядерной войне самым тяжелым образом. Уже сейчас человечество сталкивается с глобальными трудностями (обеспечение пищей, водой, воздухом, техническими средствами существования), для преодоления которых потребуется напряжение всех его способностей. Трудности, созданные тотальной ядерной войной, вероятно, будут непреодолимы.

На международных конгрессах и национальных конференциях за предотвращение ядерной войны обоснованно подчеркивалось, какие колоссальные возможности в борьбе за здоровье людей сейчас не используются вследствие того, что огромные материальные средства расходуются на дальнейшую гонку вооружений. Из-за недостатка материальных вложений в здравоохранение в мире много еще нерешенных проблем охраны здоровья населения. На нашей планете 1/3 населения (1,6 млрд людей) лишена элементарной медицинской помощи, половина населения недоедает, 30—40 млн в год погибает от голода, 300 млн страдает от разных тяжелых болезней. Человечество далеко не полностью обеспечено доброкачественной питьевой водой; оно серьезно нуждается в расширении и улучшении систем гигиены, в создании систем очистных сооружений для предотвращения загрязнения атмосферы и воды. Много медицинских проблем можно было бы решить, если хотя бы часть ассигнований на вооружение была передана здравоохранению и организации санитарно-гигиенических служб.

## Литература

1. Чазов Е.И., Ильин Л.А., Гуськова А.К. Опасность ядерной войны: Точка зрения советских ученых-медиков. М.: Изд-во АПН, 1982. 148 с.
2. Ильин Л.А. О потерях среди населения в результате воздействия поражающих факторов ядерных взрывов // Вестн. АМН СССР. 1983. № 4. С. 6–10.
3. Barnaby F., Rotblat J., Rodhe H. et al. Reference scenario: How a nuclear war might be fought // Ambio. 1982, Vol. 11. N 2/3. P. 94–99.
4. Middleton H. Epidemiology: The future is sickness and death // Ibid. P. 100–105.
5. Кузин М.И. Возможности оказания медицинской помощи в условиях ядерной войны // Вестн. АМН СССР. 1983. № 4. С. 11–14.
6. Бёргстрем С. Ядерная война: ее последствия для здоровья // Здоровье мира. 1983. № 7. С. 26–29.
7. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. 146 с.
8. Сукачев В.Н. Основы теории биогеоценологии // Юбил. сб., посвящ. 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. Ч. 2. С. 283–304.
9. Тимофеев-Ресовский Н.В. О некоторых принципах классификации биохронологических единиц // Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР. 1961. Вып. 27. С. 23–28.
10. Полетасов Н.А. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // Проблемы кибернетики. М.: Наука, 1966. Вып. 16. С. 171–190.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В., Порядкова Н.А., Сокурова Е.Н., Тимофеева-Ресовская Е.А. Влияние излучателей на биомассу и структуру наземных и пресноводных биоценозов // Тр. Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР. 1957. Вып. 9. С. 202–250.
12. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Там же. 1962. Вып. 22. С. 5–53.
13. Вепринцев Б.Н., Ротт Н.Н. О возможности восстановления исчезающих видов животных из их консервированных геномов. Пушкино: НЦБИ АН СССР, 1978. С. 15.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биофизическая интерпретация явления радиостимуляции растений // Биофизика. 1956. Т. 1. Вып. 7. С. 616–627.
15. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР. А. 1929. № 2. С. 33–34.
16. Иванов В.И., Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресных водоемов и их накопление гидробионтами // Проблемы ботаники. Л.: Наука, 1968. Т. 10. С. 274–285.
17. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи биологии. 1944. Т. 18. Вып. 2. С. 113–120.
18. Шандала М.Г. Гигиеническая оценка последствий глобальной ядерной войны // Вестн. АМН СССР. 1983. № 4. С. 19–26.
19. Медико-санитарные последствия войны и мероприятия по их ликвидации // Тр. Второй конф. (17–19 дек. 1946 г.). М.: Изд-во АМН СССР, 1948. Т. 1–2.
20. Последствия ядерной войны для здоровья населения и служб здравоохранения. Доклад международного комитета экспертов в области медицины и общественного здравоохранения по выполнению резолюции WHO-34.38. Женева: ВОЗ, 1984. 168 с.
21. Ishimaru M., Ishimaru T., Belsky J.L. Incidence of leukemia in atomic bomb survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1950–1971 by radiation dose, years after exposure, age and type of leukemia // J. Radiat. Res. 1978. Vol. 19. p. 262–282.
22. Hiroshima and Nagasaki: The Physical, Medical and Social Effects of the Atomic Bombing. Tokyo: Iwanami Shoten Publ., 1981. XLV. 706 p.
23. Трапезников Н.Н. Отдаленные онкологические последствия ядерных взрывов // Вестн. АМН СССР. 1983. № 4. С. 30–35.
24. Gant K.S., Chester C.V. Minimizing excess radiogenic cancer death after a nuclear attack // Health Phys. 1981. Vol. 41. P. 455–463.

25. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations, 1982. 725 p.

26. Тимофеев-Ресовский Н.В., Иванов В.И., Корогодин В.И. Применение

принципа попадания в радиобиологии. М.: Атомиздат, 1968. 228 с.

27. Бочков Н.П. Генетические последствия применения ядерного оружия // Вестн. АМН СССР. 1983. № 4. С. 36—41.

УДК 502.313:33/39

## ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ И РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СТРАНЫ

*Анат.А. Громыко*

### ЯДЕРНАЯ УГРОЗА НАДВИГАЕТСЯ НА "ТРЕТИЙ МИР"

В предыдущих статьях говорилось о резко возросшей угрозе ядерной войны, развязывание которой имело бы катастрофические последствия для человечества, земной цивилизации.

Пренебрегая судьбами миллиардов людей, непоправимым ущербом, который понесли бы все страны и народы в результате ядерного конфликта, руководящие деятели некоторых западных стран, прежде всего США, настойчиво пропагандируют в государствах Азии, Африки, Латинской Америки тезис о возможности и допустимости войны с применением ядерного оружия.

С расчетом на недостаточную компетентность населения этих государств им навязываются различные доктрины и концепции "ограниченной" ядерной войны, "выборочных" или "контрсилловых" ядерных ударов и т.д. При этом нарочито игнорируется суровая реальность ядерно-космического века, заключающаяся в том, что любая ядерная война объективно не может быть ограничена какими-либо рамками, она неминуемо приобретет всемирный характер, затронет все страны и народы, как большие, так и малые, независимо от их географического расположения.

Ядерная война, начнись она в Европе между противостоящими друг другу наиболее крупными военно-политическими союзами современной системы международных отношений — НАТО и Организацией Варшавского Договора, неизбежно перерастет в глобальный массированный обмен ударами.

У развивающихся стран, их народов нет и не может быть в этих условиях "своей", "исключительной" судьбы. В то же время империалистические силы, вставшие на путь прямой подготовки глобального вооруженного конфликта, пытаются доказать, что как в политическом, так и в военном плане государства "третьего мира" могут якобы остаться вне его "зоны".

Наивными являются надежды политических деятелей некоторых развивающихся стран, которые считают, что в конфликте между двумя главны-



ми блоками они будут обмениваться "селективными" и "дозированными" ударами, вести "ограниченную" ядерную войну на манер шахматной партии. Не является секретом и то обстоятельство, что в советской военной теории "ограниченная" ядерная война признана невозможной, так как удерживать ее в каких-то заранее определенных рамках практически никто не сможет.

Объектами ядерных ударов неизбежно станут не только цели на "ограниченном" театре военных действий, но и военные базы, разного рода мобильные соединения и объекты военной инфраструктуры, обильно разбросанные США, другими государствами НАТО и их союзниками по всему земному шару. К этому необходимо добавить, что даже в руководящих документах Пентагона, различных директивных американских официальных военно-политических органов взята установка на ведение "ограниченных" и "затяжных" ядерных войн не только в зоне противостояния НАТО и ОВД, но и применительно к районам, лежащим далеко за ее пределами.

В июне 1982 г. Советский Союз принял одностороннее обязательство о неприменении ядерного оружия первым. Это обязательство стало краеугольным камнем его внешней и военной политики.

В развивающихся странах вопрос об "ограниченной ядерной войне" нередко увязывается со спекулятивными рассуждениями "о победителе". Советское государственное и военное руководство, опираясь на научные выводы, неоднократно делало заявления о том, что в ядерной войне между СССР и США, НАТО и Организацией Варшавского Договора победителей быть не может, что новая мировая война, если ее все же удалось бы развязать агрессивным силам империализма, стала бы решающим столкновением двух противоположных систем. Она охватила бы все континенты мира, велась бы коалиционными группировками вооруженных сил с самыми решительными целями, с использованием всего арсенала средств вооруженной борьбы. В ее водовороте оказались бы многие сотни миллионов людей. По ожесточению и масштабам возможных разрушений ее нельзя сравнить ни с какими войнами прошлого. Сам характер современного оружия стал таким, что, будь оно пущено в ход, на карту оказалось бы поставлено будущее всего человечества.

Беспокойство международной общественности, усилившееся в последнее время, нашло свое отражение в массовых движениях, возникших во всем мире, в позиции многих общественных и государственных деятелей. Не остались в стороне и представители развивающихся стран. Составляя более двух третей членов ООН, они проголосовали за Декларацию 1981 г. о предотвращении ядерной катастрофы, а затем на 38-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН поддержали Декларацию об осуждении ядерной войны. Резолюция по этому вопросу направлена на то, чтобы объявить вне закона разработку, выдвижение, распространение и пропаганду политических и военных доктрин и концепций, призванных обосновать "правомерность" применения ядерного оружия первыми и "допустимость" развязывания ядерной войны вообще. Поддержав инициативу социалистических госу-

дарств, развивающиеся страны — члены ООН внесли существенный вклад в формирование международного морально-политического климата, способствующего ослаблению опасности развязывания ядерной войны.

Антивоенные настроения развивающихся стран проявились и на юбилейной, 40-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Развивающиеся страны поддержали советские предложения о международном сотрудничестве в мирном освоении космического пространства в условиях его немилитаризации, а также мораторий на любые ядерные взрывы, введенный СССР в одностороннем порядке. Единодушно проголосовав за резолюцию "О предотвращении гонки вооружений в космическом пространстве" и одобрив другую резолюцию — "О международном сотрудничестве в использовании космического пространства в мирных целях", принятую без голосования по рекомендации Специального политического комитета, развивающиеся страны недвусмысленно выразили свою оппозицию американским планам милитаризации космоса в рамках так называемой "стратегической оборонной инициативы".

Принятые ООН решения созвучны настроениям широких слоев мировой общественности, особенно деятелей науки. Об этом свидетельствует декларация, которую подписали в Ватикане в сентябре 1982 г. представители 36 академий наук. Заявив, что ядерное оружие не может являться ни инструментом политики, ни инструментом войны, они пришли к следующим выводам:

любое применение ядерного оружия является тягчайшим преступлением против человечества;

государства должны отказаться от применения ядерного оружия первыми;

единственно разумный путь — это полное уничтожение ядерного оружия, какой бы сложной эта задача ни была, т.е. путь ядерного разоружения [1].

А тем временем противники существования человечества не ограничиваются пропагандой теорий, оправдывающих допустимость ядерной войны. Не менее энергично они занимаются созданием материальных предпосылок для развязывания ядерного конфликта, причем распространяют этот процесс и на развивающиеся страны.

Государства НАТО, и особенно США, наращивают темпы накопления смертоносных, прежде всего ядерных, вооружений, создают его новые виды, обладающие еще большим поражающим эффектом. На эти цели расходуются миллиардные суммы. Только в США военные программы предусматривают создание целой серии новых смертоносных вооружений — от стратегических ракетно-ядерных систем "MX" и "Миджитмен" до бомбардировщиков "B-1" и "Стелс", несущих ядерное оружие. Одновременно вынашиваются планы приспособить к требованиям ракетно-ядерной войны космическую технику.

Ядерным оружием начинается, однако, не только Европа. Все в больших количествах оно поступает в районы Средиземного моря, Тихого и Индийского океанов. Целям подготовки к ядерной войне подчинено сооруже-



ние в этих акваториях многочисленных военных баз США, на которых это оружие складировалось.

Такой курс наряду с воинственными заявлениями некоторых американских государственных деятелей о допустимости применения ядерных вооружений вызывает законное беспокойство в развивающихся странах. Там нарастают опасения, что милитаристские приготовления могут привести к ядерному конфликту, который имел бы катастрофические последствия для всех стран, независимо от уровня их развития и отдаленности от места применения ядерного оружия.

На этом фоне в развивающихся странах должно вызывать не только беспокойство, но и резкий протест стремление враждебных делу мира сил расширять географию размещения ядерного оружия. Об этом свидетельствуют, например, слова премьер-министра Таиланда Прем Тинсуланона — страны, расположенной весьма далеко от Европейского континента. Он отметил, что в государствах Юго-Восточной Азии растет понимание значительного усиления угрозы возникновения ядерной войны в результате начавшегося развертывания новых американских ракет в Западной Европе. Вместе с другими развивающимися странами Таиланд будет прилагать усилия к тому, чтобы предотвратить нависшую над миром опасность ядерной войны. Народы всего мира, как заявил премьер-министр, не могут оставаться в стороне от борьбы за предотвращение ядерной войны, которая в современных условиях означала бы глобальную катастрофу [2].

Настроения развивающихся стран и народов в связи с нарастающей ядерной угрозой весьма точно отразила премьер-министр Индии И. Ганди на 38-й сессии Генеральной Ассамблеи, подчеркнув, что "ученые и некоторые видные военные деятели дали яркую картину результатов ядерной войны. ... Представьте себе сто или тысячу Хиросим одновременно. Представьте себе мир, в котором негде укрыться, а может быть, уже и некому укрываться" [3]. Показательно и другое заявление Индиры Ганди о том, что размещение Соединенными Штатами и их союзниками по НАТО "Першингов-2" и крылатых ракет на территории ряда стран Западной Европы привело к резкому росту напряженности. В связи с ролью, которую призваны сыграть неприсоединившиеся страны в борьбе за мир и разоружение, она напомнила об их предложении заключить международную конвенцию, запрещающую применение или угрозу применения ядерных вооружений [4].

Угроза последствий ядерного конфликта для народов всех государств без исключения с очевидностью вытекает из приведенных выше исследований компетентных специалистов. К тревожным выводам пришли и такие авторитетные международные организации, как Независимая комиссия по вопросам разоружения и безопасности, XXXVI Всемирная ассамблея здравоохранения, движение "Врачи мира за предотвращение ядерной войны", многие ученые США, Швеции, Австралии, ряда других стран. По их единодушному мнению, результаты ядерных взрывов грозят человечеству уничтожением. Однако в развивающихся странах есть еще немало людей, в том



числе образованных и просвещенных, которые недооценивают широко-масштабные губительные последствия для их стран войны с применением ядерного оружия. В отдельных государствах Южного полушария находят-ся деятели, допускающие возможность пережить ядерный конфликт, если его эпицентр окажется в северной части планеты, строящие себе иллюзии оказаться в стороне от ядерной битвы, остаться незатронутыми ее огнем.

Эти заблуждения основаны, в частности, на том, что в изучении проблем, связанных с ядерной войной, на Западе сохранялся пробел. Достаточно хорошо был исследован, например, вопрос о факторах ядерного взрыва и их влиянии на ближайшее окружение. Главным образом усилиями врачей нарисована впечатляющая по своей драматичности картина итогов ядерного столкновения для районов военных действий. Что же касается последствий ракетно-ядерного конфликта для развивающегося мира, то здесь преобладало мнение, что эти страны не станут непосредственными участниками столкновения и потому смогут относительно безболезненно его перенести. Сегодня результаты исследований о катастрофических последствиях ядерной войны для развивающихся стран становятся достоянием широкой общественности "третьего мира". Отношение к проблеме предотвращения ядерной войны как к первоочередной задаче, стоящей сегодня перед человечеством, приводит развивающиеся страны к более решительным шагам на международной арене, к поддержке внешнеполитических инициатив Советского Союза и стран социалистического содружества, направленных на обуздание гонки вооружений.

Важное значение, в том числе и для развивающихся стран, имеют взятое СССР в одностороннем порядке обязательство не применять первым ядерное оружие, его предложения, направленные на ограничение и сокращение стратегических вооружений, а также по ограничению ядерных вооружений в Европе. Но помешать сползанию человечества к ядерной катастрофе — долг всех государств и народов, общественности всех стран и континентов. Нельзя не напомнить в этой связи и о точке зрения генерального секретаря ООН — этой наиболее представительной международной организации — на то, что задачу устранения угрозы ядерной войны следует поставить выше тех различий в интересах и идеологии, которые разделяют членов ООН.

Одним из важных направлений обуздания гонки ядерных вооружений явилось бы их замораживание, к чему призывают резолюции Генеральной Ассамблеи ООН. Прекращение наращивания ядерных вооружений — а за это выступают ученые и общественность многих стран, включая развивающиеся, — явилось бы эффективной и сравнительно легко осуществимой акцией. Для "ядерного замораживания" имеются благоприятные предпосылки, учитывая военно-стратегическое равновесие, сложившееся между СССР и США. Такой процесс мог бы быть начат этими двумя державами на двусторонней основе в качестве примера для остальных ядерных государств, которые также осуществили бы при соответствующем контроле замораживание своих ядерных вооружений в количественном и качественном отношениях. Долг развивающихся стран перед лицом надвигающейся

и на них ядерной угрозы — всячески содействовать реализации этой идеи ядерными державами.

Ядерному разоружению могла бы способствовать реализация и других решений ООН, включая резолюцию о всеобщем и полном запрещении испытаний ядерного оружия, о создании безъядерных зон и зон мира в различных районах земного шара.

Что касается Советского Союза, то он последовательно выступает за разработку конкретных мер, направленных на оздоровление международной обстановки, предотвращение ядерной катастрофы.

Подлинно историческое значение для судеб войны и мира имеет комплекс внешнеполитических предложений и инициатив, сформулированных 15 января 1986 г. в Заявлении Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева.

Советский Союз, которому принадлежит приоритет как в призыве к всеобщему и полному разоружению, так и в постановке вопроса об уничтожении ядерного оружия и мирном использовании ядерной энергии на благо всего человечества, обратился к мировому сообществу со смелой, но выполнимой программой ликвидации к концу текущего века ядерного оружия всех видов, уничтожения химического оружия, существенного снижения уровня военной напряженности в глобальном масштабе.

Советский Союз предлагает всем ядерным державам, и прежде всего США, четкий, рассчитанный на оставшиеся 15 лет этого века план-график демонтажа всего имеющегося ядерного оружия — боезарядов и их носителей — при строгом соблюдении принципа равенства и одинаковой безопасности всех участвующих сторон.

Показательно, что в самой очередности мер ядерного разоружения органически учитываются интересы как глобальной, так и региональной безопасности, в полной мере использован опыт практической борьбы Советского Союза на международной арене за разоружение, за ограничение и сокращение стратегических ядерных вооружений и ядерного оружия в Европе первой половины 80-х годов.

Комплексно подходя к решению проблем существенного снижения уровня военной напряженности в мире, стремясь к окончательному избавлению человечества от угрозы войны — не только ядерной, но и с применением химического, бактериологического и иных видов оружия массового уничтожения, СССР выдвигает задачу уничтожения всех запасов химического и бактериологического оружия, всех видов оружия массового уничтожения, предлагает запретить разработку и производство вооружений обычного типа, основанных на физических принципах, которые по своему действию приближают эти виды вооружений к ядерному оружию.

В полной мере сознавая важность проблемы контроля для успеха борьбы за ядерное разоружение, Советский Союз заявляет о своей готовности договариваться на справедливой взаимной основе о любых самых широких и разнообразных формах контроля. Эта принципиальной важности позиция лишает противников советских мирных в области ядерного разору-



жения инициатив их традиционного аргумента о какой-то "закрытости" Советского Союза для контроля.

Советский Союз предлагает мировому сообществу вступить в третье тысячелетие без смертоносного балласта ядерных вооружений. Реализация этой грандиозной цели потребует политической воли к миру всех государств планеты, и прежде всего ядерных держав. К сожалению, во внешне-политической практике США по-прежнему, несмотря на все декларации и заверения о приверженности миру, отчетливо прослеживается тенденция к обретению "позиции силы" в международных отношениях, к достижению военного превосходства над СССР и другими странами социализма, прежде всего по линии реализации планов милитаризации космоса. Этот курс идет вразрез с надеждами народов мира на мирное будущее нашей планеты, с их стремлением предотвратить ядерное столкновение, означающее конец человеческой цивилизации.

Цель данной статьи состоит в том, чтобы показать, что ядерный конфликт между Востоком и Западом, если он разразится, неизбежно охватит своими катастрофическими последствиями весь мир, включая развивающиеся страны. Надежды на то, что в каком-либо отдаленном от ядерных потрясений уголке Земли все сохранится по-прежнему, тщетны.

#### **ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ КАТАСТРОФЫ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН**

Результаты исследований советских и зарубежных ученых неоспоримо свидетельствуют о том, что в случае ядерной войны в Северном полушарии ее катастрофические последствия неминуемо распространились бы на весь земной шар. Это сделало бы невозможным дальнейшее существование человечества. К тому же представляется весьма вероятным, что нанесение ядерных ударов не ограничилось бы только сферой промышленно развитых стран и примыкающих к ним территорий. Осуществляемая в настоящее время подготовка агрессивных сил к вооруженному захвату нефтяных месторождений Ближнего Востока, размещение ядерных ракет на юге Западной Европы, создание военных баз на путях "сил быстрого развертывания" в Северной Африке и в Индийском океане, рост напряженности в Южной Атлантике, бассейне Карибского моря — все это заставляет считать возможной ядерную катастрофу также непосредственно на территориях развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки.

В этих условиях взгляды некоторых теоретиков, считающих, что развивающиеся страны могут благополучно пережить ядерную войну, представляются глубоко ошибочными. Эти теоретики исходят из положения, что развивающиеся страны окажутся в стороне от основных районов военных действий и потому сумеют избежать не только серьезного экологического ущерба, но и заметных экономических потерь. В качестве довода в



пользу такого взгляда они обычно ссылаются на невысокий уровень развития и нетребовательность социально-экономических систем в развивающихся странах. По их мнению, эти системы смогут так или иначе функционировать и после глобальной ядерной катастрофы.

Характерно, что иногда в качестве "аналога выживания" берется опыт второй мировой войны. Остановимся коротко на этом сюжете, хотя никакой "аналогий" при этом, конечно, быть не может. Тем не менее напомним, что социальные и экономические последствия второй мировой войны для народов колониальных и зависимых стран были неоднозначными. В ряде районов Северной Африки и Юго-Восточной Азии происходили военные боевые действия, которые повлекли за собой гибель и массовые увечья миллионов людей, большие разрушения материальных ценностей. Сотни тысяч африканцев и азиатов сражались в армиях метрополий, многие из них потеряли жизнь или здоровье на фронтах Западной Европы, Дальнего Востока. В годы войны заметно усилилась эксплуатация колоний: коренных жителей насильственно мобилизовали на выполнение различных работ, облагали дополнительными налогами и поборами. Некоторые отрасли экономики, с которыми было связано благополучие миллионов людей, пришли в упадок (например, добыча олова и производство натурального каучука в Юго-Восточной Азии, возделывание хлопка в Египте).

Таким образом, даже в условиях так называемой "обычной" войны ее социально-экономические последствия для многих стран (в то время колоний) Азии и Африки были негативными. Но сегодня наступила ядерно-космическая эпоха! Поэтому вопрос о последствиях новой войны стоит совершенно в другой плоскости. Ядерная катастрофа гибельным образом скажется и на странах, расположенных в отдалении от возможного театра военных действий.

Попробуем все же оценить степень воздействия этих последствий на экономику развивающихся стран. Разумеется, все эти оценки строятся только на гипотетическом предположении о том, что непосредственно после ядерных взрывов останется в живых значительная часть населения этих стран. Такой ход событий был бы возможным, например, если бы воюющие державы применяли в ходе вооруженного конфликта только небольшую часть накопленного ими ядерного потенциала.

Как показано выше, климатические условия в Северном и Южном полушариях подверглись бы резким изменениям. Загрязнение атмосферы, катастрофическое похолодание и усиление ультрафиолетовой радиации привели бы к гибели продовольственных и технических культур, домашних животных и продовольственных запасов.

К этому добавилось бы нарушение сложившихся связей в мировом хозяйстве. Постараемся объяснить, что имеется в виду.

Развивающиеся страны на сегодняшний день прочно входят составной частью в систему мирового хозяйства, и их судьба неотделима от судьбы этой системы. Вопреки бытующему порой мнению развивающиеся страны зависят от глобальных факторов социально-экономического характера в

гораздо большей мере, чем развитые страны, хотя форма этой зависимости проявляется в них по-разному.

В отличие от развитых государств большинство развивающихся стран, несмотря на низкий уровень жизни, потребляют значительно больше, чем сами производят, и содержатся в значительной мере за счет мирового хозяйства. Так, по оценкам Института Африки АН СССР, объем насущных потребностей стран Тропической Африки примерно в 1,5 раза превышает возможности для их удовлетворения.

Экономика каждой развивающейся страны сейчас функционирует как подсистема мирового хозяйства и выполняет свою роль в международном разделении труда. Во многих из этих стран решение экономических задач, например обеспечение населения продовольствием, невозможно без поставок значительного количества продовольственных и потребительских товаров, производство которых либо отсутствует, либо недостаточно. Доля импорта товаров и услуг в их ВВП составляла в 1970—1980 гг. от 25 до 35%. По мнению советских ученых, значение внешнеэкономических связей для развивающихся стран и впредь будет возрастать.

Далее. Как известно, развивающиеся страны пребывают в капиталистическом международном разделении труда главным образом в качестве поставщиков минерального топлива, сырья и некоторых ("неосновных") пищевкусовых продуктов, таких, как чай, кофе, какао. В то же время эти страны вынуждены импортировать средства производства и многие "основные" виды продовольствия, такие, как зерно, молочные и мясные продукты. Сложилась ситуация, которую, например, африканские политические деятели и экономисты часто характеризуют лаконичной фразой: "Африка производит то, чего не потребляет, а потребляет то, чего не производит".

Совершенно очевидно, что если бы даже некоторые промышленно развитые государства сохранили после ядерного конфликта ограниченный экономический потенциал, то они попросту не имели бы возможностей поставлять развивающимся странам миллионы тонн основных видов продовольствия, в которых те нуждались бы для поддержания существования уцелевшей части населения.

Итак, первое последствие "ограниченной" ядерной войны — в развивающихся странах начался бы массовый голод, который в первую очередь поразил бы население городов и некоторых экономических районов, использующих в настоящее время преимущественно импортное продовольствие.

Второе последствие — невозможность получения средств производства из импорта привела бы в развивающихся странах к приостановке функционирования промышленности и транспорта, к остановке процесса производства. Огромные массы городского населения (в случае, если бы они остались в живых) хлынули бы в сельскую местность, что привело бы к нарушению всего созданного за годы независимости социального и государственного механизма.

Отметим и еще одно обстоятельство. Развивающиеся страны не смогут



помочь друг другу в критической ситуации, к тому же экономическое сотрудничество между ними еще не получило должного развития. Так, доля внутрирегиональной торговли в Африке составляет сейчас всего 4%.

Для населения развивающихся стран, удаленных от районов военных действий и непосредственно не подвергшихся смертоносному воздействию ядерных взрывов, глобальные последствия ядерного конфликта будут так или иначе связаны с разрушением существующих социально-экономических систем, с уничтожением существенной среды обитания людей.

Рассмотрим на примере Африканского континента сценарий, по которому, вероятнее всего, разворачивались бы события в странах "третьего мира" в случае крушения глобальной системы хозяйствования — неминуемого итога ядерной войны.

При построении этой устрашающей воображение модели будем исходить из маловероятного предположения, что ядерные заряды не будут непосредственно разрываться над африканскими странами (хотя нет гарантии того, что США не используют свои базы на острове Диего-Гарсия и в Северо-Восточной и Восточной Африке, а также ударные авианосцы в Средиземном море и Индийском океане в качестве ядерного арсенала и стартовых площадок для ракет с ядерными боеголовками). Но даже и при таком, казалось бы "благоприятном", стечении обстоятельств населению Африки не удалось бы избежать почти полного уничтожения.

Немедленными и неизбежными жертвами голода стали бы 180 млн африканцев, живущих в городах. Как импорт, так и внутренние поставки продовольствия в африканские города оказались бы парализованными. Архаическое сельское хозяйство Африки, натуральное и полунатуральное по своему характеру, не приспособлено для снабжения современных городов продовольствием. Поэтому разрушение промышленно развитых стран означало бы потерю источника питания африканских городов.

Другим, пожалуй, еще более опасным, последствием крушения глобальной экономической системы оказались бы для городов Африки паника и полный развал всех сложившихся устоев власти. Люди, гонимые смертельным страхом и вышедшие из повиновения, стали бы грабить магазины, продовольственные склады, друг друга. Запасы продовольствия быстро иссякли бы, наступил бы жесточайший голод, сопровождаемый беспрецедентными эпидемиями, массовым мором людей и канибализмом.

В первую очередь, видимо, голодом было бы поражено городское население стран Северной Африки, продовольственный баланс которой опирается на импорт 13 млн т зерна ежегодно. Ведь после ядерных ударов прекратили бы свое существование как страны — поставщики зерна в Африку, так и транспортные коммуникации, по которым производилась мировая торговля.

Это означало бы мучительную смерть от голода городских жителей, составляющих в странах Северной Африки более половины населения.

Африканские страны, лежащие к югу от Сахары, импортировали к началу 80-х годов 8 млн. т зерна, необходимого для обеспечения жителей



городов. Несмотря на значительность объема этих поставок с мирового рынка, основная часть продовольствия для городов в этих странах обеспечивается внутренними поставками. Но это обстоятельство не дает оснований полагать, что города Африканского континента, которые в меньшей степени зависят от импорта продовольствия, смогли бы выжить за счет внутренних поставок. Во-первых, ввиду нехватки горючего остановился бы транспорт, была бы парализована инфраструктура, центральные органы власти оказались бы не в состоянии осуществлять управление. Во-вторых, поставщики товарного продовольствия, находящиеся в сельских районах, немедленно отказались бы отдать имеющиеся запасы продовольствия в города, сознавая, что следующего урожая может и не быть. В-третьих, за доставленное в города продовольствие было бы нечем платить, поскольку товарно-денежные отношения фактически были бы прекращены. Прекратили бы свое существование как предприятия, работавшие на импортируемом сырье и материалах, так и предприятия, экспортировавшие свою продукцию на не существующий более мировой рынок.

Заметим попутно, что традиционные товары африканского экспорта — кофе (2,8 млрд долл. поступлений от экспорта в 1980 г.), какао (2 млрд долл.), хлопок (1 млрд. долл.) и многие другие — навсегда перестали бы являться таковыми, их дальнейшее производство на экспорт превратилось бы в абсурд, а страны-производители сразу лишились бы подавляющей части своих экспортных доходов.

Эти заключения дают основание предположить, что в африканских городах погибло бы 38 млн. жителей Нигерии, 8 млн. жителей Заира, 6 млн жителей Ганы, десятки миллионов в других странах. Но и судьба более чем 300 млн африканцев, живущих в сельской местности, оказалась бы не намного лучше. Как показано в предыдущих статьях, по расчетам метеорологов, экологов, биологов, нормальные условия для выращивания продовольственных культур были бы нарушены на всей территории Африки. Здесь сказались бы вредные атмосферные последствия, изменения климатических условий, прекращение поставок пестицидов, инсектицидов и других химикатов. Современная наука не в состоянии оценить все пагубные последствия ядерной катастрофы на экосистемы тропических зон. Но и того, что поддается учету, достаточно для вывода о практическом исчезновении тропического земледелия.

Страшна судьба и тех людей, которые будут вынуждены использовать облученные плоды и растения в качестве пищи. Неминуемо тяжелое поражение желудочно-кишечного тракта. Картина человеческих страданий при этом дополнялась бы массовой смертностью вследствие повышенной бактериальной инфекции: облученные продовольственные культуры в значительной степени теряют способность к иммунной защите. Наука предупреждает и о том, что всевозможные виды индуцированной радиации способны вызывать разные формы онкологических заболеваний, для развития большинства из которых существует прямая зависимость от полученной дозы облучения (рак крови, легких, щитовидной железы и т.д.).

При этом система здравоохранения большинства развивающихся стран, недостаточно развитая, чтобы удовлетворить нужды населения даже в мирное время, не выдержала бы резко возросшей нагрузки. Это послужило бы одной из причин полной моральной и социальной деградации уцелевшей в катастрофе части общества, превращенного в огромную группу раненых, больных, беспомощных людей.

Одним из пагубных последствий глобальной ядерной катастрофы для населения Африки безусловно стала бы стерилизация людей, лишение их здоровой наследственности в результате облучения. Народы Африки, так же как и народы других континентов, по-видимому, не смогли бы избежать самой страшной опасности для человечества — невозможности продлить собственное существование в своем потомстве.

Итак, в развивающихся странах экономические и социальные отношения людей в городе и деревне в результате ядерной войны были бы полностью разрушены. Это означает, что была бы уничтожена вся система искусственного жизнеобеспечения людей, которая, по подсчетам, сейчас поддерживает жизнь по крайней мере двух третей населения развивающихся стран.

Иначе говоря, ядерная война между великими державами обрекла бы на вымирание от голода, болезней и насилия две трети населения развивающихся стран (что примерно соответствует приросту численности населения в этих странах за счет создания искусственной среды обитания в XX в). Примерное число жертв в результате этой катастрофы в развитых странах составит примерно 750 млн человек, а в развивающихся — 1—3 млрд человек.

**ВОЕННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ИМПЕРИАЛИЗМА США,  
ДРУГИХ ЧЛЕНОВ НАТО В ЗОНЕ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН —  
УГРОЗА СУЩЕСТВОВАНИЮ ЭТИХ СТРАН**

К. Маркс писал: "Из всех догматов ханжеской политики нашего времени ни один не натворил столько бед, как догмат, гласящий: "Если хочешь мира, готовься к войне" [5.С. 464]. В наши дни империализм не только взял его на вооружение, но и усиленно навязывает развивающимся странам, активно втягивая их в свою глобальную милитаризацию. В этой связи обращает на себя внимание то обстоятельство, что со второй половины 70-х годов, с появлением у США концепции "стратегической мобильности", в их "базовую стратегию" были внесены существенные коррективы. Вытекающая из глобального характера экспансионистских и опасных военно-политических устремлений, эта концепция, по мнению Пентагона, дала возможность "улучшить" стратегическое положение США в определенных регионах," "оперативно реагировать" на обострение обстановки в различных пунктах земного шара.

Согласно этой концепции, учитывающей размещение значительной части "сил быстрого развертывания" (СБР) пока еще на американской территории, США активизировали развитие системы своих военных баз и "опор-



ных пунктов" за рубежом, чтобы приблизить эти силы к местам их предполагаемого боевого применения.

Этот процесс получил дополнительный импульс при администрации Рейгана, увеличившей ассигнования на военные базы. В предстоящие пять лет Вашингтон планирует израсходовать 30 млрд долл. на укрепление и расширение системы базирования своих вооруженных сил за рубежом, из которых 2 млрд долл. предназначены только на создание сети "опорных пунктов" в Юго-Западной Азии и Индийском океане [6.С. 66].

В настоящее время США имеют более 1500 военных баз и объектов на территории 32 государств на всех континентах. На них постоянно находится свыше полумиллиона американских военнослужащих [7. С. 32]. Только в 1982 г. их численность увеличилась почти на 6%.

Военно-морские армады США бороздят воды Атлантического, Тихого, Индийского океанов, Средиземного моря, Персидского залива, Ормузского пролива. За пределами Соединенных Штатов находится до 12 тыс. единиц их ядерного оружия. По данным Лондонского института стратегических исследований, Пентагон дислоцирует вне территории США треть боеготовых дивизий сухопутных войск и морской пехоты, треть самолетного парка авиации, оперативные флоты, ряд других соединений ВМС, в том числе большую часть атомных подводных лодок-ракетоносцев.

В Атлантике и бассейне Средиземного моря постоянно находятся оперативные флоты США, в своем реальном военном потенциале насчитывающие свыше 180 боевых кораблей (в том числе 7 ударных авианосцев), до 50 атомных подводных лодок, более 800 боевых самолетов. В зоне Тихого и Индийского океанов действуют группировки в составе около 160 боевых кораблей (в том числе 6 ударных авианосцев), до 40 атомных подводных лодок, порядка 1000 самолетов. О масштабах мощи этих сил можно судить по таким данным: атомный авианосец "Энтерпрайз" несет на борту 40 самолетов-носителей ядерного оружия, атомная ракетная подводная лодка типа "Дафайет" имеет 16 пусковых установок баллистических ракет, а на подводной лодке типа "Огайо" насчитываются уже 24 такие установки для более точных и мощных ракет "Трайден" [7. С.9; 18, 21, 37].

К этому необходимо добавить упомянутые выше специальные "силы быстрого развертывания", предназначенные для военных действий в отдаленных от территории США районах земного шара, вопреки международному праву объявленных зонами их "жизненных интересов".

Отметим, что "силы быстрого развертывания" подготовлены для ведения как обычной, так и ядерной войны. Используемые ими авианосные группы из состава американских военно-морских сил имеют многие десятки самолетов с ядерными бомбами на борту. СБР приданы также стратегические бомбардировщики "Б-52". На вооружение морской пехоты — одного из их основных компонентов — поступают самолеты, способные нести ядерное оружие. Проводится замена 105-мм орудий на 155-мм орудия, на которых можно использовать атомные боеприпасы. Морская пехота полу-



чает гаубицы, предназначенные для нейтронных снарядов, причем новый "Полевой устав сухопутных войск США 100-5" предусматривает применение ядерного оружия на поле боя первыми [8]. А по словам известного военного обозревателя "Нью-Йорк таймс" Д. Миддлтона, данные положения устава предназначены и для действий в бассейне Персидского залива и на Ближнем Востоке — основных регионах, где предполагается использовать СБР. Это же подтверждал и американский обозреватель Дж. Андерсон, который еще в сентябре 1980 г. в газете "Вашингтон пост" писал о существовании президентского меморандума № 51, где изложена новая ядерная политика США для Ближнего Востока и ближайших районов [9].

С января 1983 г. СБР вошли в состав вновь созданного Центрального командования США (СЕНТКОМ), зона действия которого охватывает 19 государств Юго-Западной Азии, Северо-Восточной Африки и северо-западной части Индийского океана. Было заявлено, что состав сил и средств СБР, общая численность которых определена пока в 200 тыс. человек регулярных войск и 100 тыс. резервистов, свыше 700 самолетов и 20—30 боевых кораблей, в дальнейшем будет значительно увеличен [7. С. 25, 28].

Одной из основных целей военной политики США, нашедшей свое отражение в их военной доктрине, является достижение "наивысшей безопасности", что выражается в циничном стремлении отвести ответный удар, который неотвратимо будет нанесен в случае развязывания американцами агрессии, от территории самих Соединенных Штатов в другие районы мира, в том числе и в зоны развивающихся стран. Сооружая в этих удаленных от США странах военные базы и объекты, размещая там ракетные установки, крылатые ракеты, аэродромы бомбардировочной авиации, военно-морские базы, районы патрулирования авианосцев и атомных ракетных подводных лодок, складирова там боеприпасы на случай военных действий, Соединенные Штаты стремятся не только максимально приблизить свою "ударную мощь" к границам СССР и других стран социалистического содружества. Постоянно учитывается при этом и то обстоятельство, что ответные удары в первую очередь будут произведены именно по этим объектам. Такая стратегия предполагает превратить наряду с Западной Европой в первоочередные мишени для ответного удара и объекты в Северной и Северо-Восточной Африке, в Средиземном море, на Ближнем и Среднем Востоке, в Индийском океане, на Дальнем Востоке, в Латинской Америке.

Особенно важное место в этом отношении за последние годы отводится Вашингтоном строительству и поиску новых военных баз в Юго-Западной Азии и северо-западной части Индийского океана, в том числе в районах Ближнего и Среднего Востока, Персидского залива, Северной и Северо-Восточной Африки.

В Северной Африке такие объекты расположены на территории Марокко и Туниса. По соглашению между Вашингтоном и Рабатом США получили право на использование военного аэродрома в Сиди-Слимане, который будет служить в качестве промежуточной базы для переброски СБР воздушным путем с Американского континента в Африку и на Ближний Вос-

ток [10]. Западная пресса называла и другие военные базы на территории этой страны, часть из которых смогут использовать вооруженные силы США, в частности Кенитру, Танжер, Сиди-Яхья, Бен-Герир, Бен-Селиман, Эль-Аюн [11]. В порты и на военно-морские базы Марокко — в Агадир, Танжер, Касабланку — постоянно заходят военные корабли 6-го флота США, в том числе атомные авианосцы и подводные лодки. По-видимому, Пентагон планирует использование в тех же целях и портов Туниса, получающего сейчас значительную военную помощь от США. Как показали совместные американско-марокканские учения, проведенные в 1983 г., территория Марокко может быть использована и для высадки десантов с американских кораблей, находящихся в Средиземном море.

Известно также, что в водах этого моря постоянно патрулируют до двух авианосных ударных групп и несколько атомных ракетных подводных лодок с ядерным оружием на борту.

Из стран Северо-Восточной Африки, в которых США размещают свои военные базы и объекты, следует в первую очередь назвать Египет, Судан, Сомали, Кению.

На территории Египта уже имеются две военно-воздушные базы для американских ВВС (Кайро-Уэст и Кена) [12, 13], где, помимо других, базируются и самолеты, оборудованные системой воздушно-электронной разведки — АВАКС. В одну из основных баз для размещения СБР превращается Рас-Банас на берегу Красного моря. По окончании модернизации она сможет принимать стратегические бомбардировщики "Б-52" и разведывательные самолеты. Здесь будет размещено до 16 тыс. американских военнослужащих, а также склады, запасы оружия и техники [6. С.58].

По данным арабской печати, начато строительство военных объектов США в районе оазиса Фарафра и вблизи Мерса-Матрух, где соответственно предполагается разместить запасы ядерного и химического оружия. Порты и военно-морские базы АРЕ (особенно Александрия) и проход по Суэзскому каналу открыты Египтом для американских военных надводных и подводных кораблей, в том числе и оснащенных ядерным оружием.

Судан также проявил готовность предоставить свою территорию для военных баз и объектов США. Такие базы уже имеются в Суакине, Эль-Фашире и Донголе [14]. Строительные работы ведутся также в аэропорту Эд-Дамазин (юго-восток Судана), превращаемом в военную базу США [15], и в районе Эль-Генейна—Умм-Джумаа—Тиндельти, где создается крупный американский военный комплекс связи. Здесь же сооружаются взлетно-посадочные полосы для самолетов ВВС США [16].

На территории Сомали американцами модернизируются аэродромы и военно-морские базы в Бербере и Могадишо, предназначенные для использования вооруженными силами США. Одной из наиболее важных баз в этом регионе будет аэродром в Бербере, приспособляемый для приема стратегических бомбардировщиков "Б-52" и больших транспортных самолетов. Сообщалось также, что в подписанном в 1980 г. США и Сомали соглашении имеется секретный пункт, в соответствии с которым, помимо указанных



баз, Пентагон получил право на использование еще четырех аэродромов на сомалийской территории [17].

Нельзя не отметить, что в Египте, Судане и Сомали с 1981 г. регулярно проводятся крупномасштабные учения "Брайт стар" с участием многих тысяч американских войск, в основном из состава СБР.

В Кении для дислокации вооруженных сил США готовятся военно-морская база в Момбасе и военно-воздушные базы в Эмбакази и Наньюки. В Ваджире сооружаются подземные ангары, а на побережье Индийского океана идет строительство помещений для личного состава вооруженных сил США. В Момбасу регулярно заходят американские военные корабли, в том числе и атомные авианосцы.

Джибути американцами навязано соглашение об "ограниченном" использовании ее порта кораблями и войсками США.

Следует упомянуть и о возможном использовании американскими кораблями военно-морских баз расистов ЮАР в Саймонстауне, Дурбане и порта Уолфиш-Бей (Намибия). В планы США по дальнейшему развитию сети своих военных баз и "опорных пунктов" включены и некоторые островные государства Африки, в первую очередь Сейшельские и Коморские острова, занимающие выгодное стратегическое положение вблизи маршрутов танкерного флота, перевозящего нефть из Персидского залива в страны Запада. Вашингтон хотел бы использовать эти острова в качестве связующего звена между основной базой вооруженных сил США в бассейне Индийского океана на острове Диего-Гарсия и цепью американских баз и военных объектов на восточном побережье Африки.

Объявив район Индийского океана, омывающего берега многих развивающихся государств, зоной своих "жизненных интересов", США разместили там на постоянной основе две авианосные группы (из состава 6-го и 7-го флотов). Диего-Гарсия — крупнейшая островная база, где уже начато размещение ядерного оружия. В ближайшее время аэродром этой военной базы сможет принимать стратегические бомбардировщики "Б-52" с ядерным оружием на борту и крупные транспортные самолеты. Остров является "опорным пунктом" СБР в регионе, на его рейде постоянно находятся несколько американских кораблей с грузом оружия, боеприпасов и военного снаряжения для бригады морских пехотинцев [18]. Сообщалось, что США строят здесь и крупный склад ядерного оружия [19].

На подступах к Персидскому заливу также размещена сеть американских военных баз и объектов. В Омане вооруженным силам США предоставлен доступ к трем основным авиабазам — Эс-Сиб (около Маската), Тамрид и бывшая английская база ВВС на острове Масира, а также к портам в Мутрае и Салале (соответственно Мина-Кабус и Мина-Райсут), где намечено базирование военных кораблей на случай минирования Ормузского пролива. Известно и о том, что США в "ограниченной мере" могут пользоваться военно-морской и военно-воздушной базами на Бахрейне, США также не прочь вернуться в Дахран (Саудовская Аравия), бывший в 50-х годах одним из главных американских опорных пунктов в этом



регионе. Лондонский журнал "Нью-Африкен" писал, что Пентагон хотел бы создать военно-морскую базу в княжестве Дубай, а по сообщению австралийского журнала "Буллетин", в Вашингтоне изучается по крайней мере еще восемь мест для размещения новых американских баз [20].

Не "обойдены" вниманием США и страны Южной Азии. Здесь следует особо выделить Пакистан, которому Вашингтон предоставил в 1981 г. кредит на сумму 3,2 млрд долл., в основном на укрепление вооруженных сил. Взамен США получили возможность превратить эту страну в свой опорный плацдарм в Южной Азии, где также намечается разместить контингент "сил быстрого развертывания". С этой целью здесь оборудуются военно-морские и военно-воздушные базы в Карачи, Гвадаре, Пешаваре [21]. Представители США вели переговоры в Бангладеш о сдаче Пентагону в аренду острова Сент-Мартин для размещения на нем своей новой военной базы. В Шри-Ланке американцы добились права на предоставление "базы отдыха" для личного состава кораблей ВМС США, находящихся в Индийском океане.

Дальний Восток и бассейн Тихого океана также покрыты сетью американских баз. Всего в этом регионе размещено свыше 300 военных объектов, из них в Японии — более 30 основных баз США, в Южной Корее — 40 [7, С. 30]. "Отдано должное" со стороны США в этом отношении и развивающимся странам данного региона. На островах архипелага Палау, например, Пентагон намерен соорудить базу для подводных лодок, аэродромы, нефтехранилище, а на входящем в состав этого архипелага острове Бапелтаун планируется построить порт для танкеров водоизмещением до 500 тыс. т.

Все эти объекты станут важным дополнением в цепи уже существующих военных баз в Тихом океане, на островах Гуам, Сайпан, Тиниан, Кваджалейн и др., где США намереваются соорудить несколько новых военных объектов (на острове Сайпан — аэродром и базу для авианосцев и подводных лодок; остров Тиниан станет местом дислокации стратегических бомбардировщиков и кораблей 7-го флота США [22]).

Особое значение Вашингтон придает своим базам на Филиппинах. Субик-Бей является важной базой для американского флота в западной части Тихого океана, а в последние годы и для обеспечения военных операций США в Индийском океане и Персидском заливе; базу Кларк-Филд планируется расширить для принятия частей СБР.

Плотной паутиной военных баз и опорных пунктов опутана и Латинская Америка. США имеют более 50 баз и военных объектов в зоне Панамского канала, в Пуэрто-Рико, на Бермудских островах. Считая это недостаточным, Вашингтон намеревается увеличить здесь их число, в частности на Гаити. США строят военную базу на захваченной ими Гренаде.

Предоставляя территории и омывающие их воды морей и океанов под американские базы, другие военные объекты, а также для захода и боевого патрулирования военных кораблей США, страны, идущие на это, отдают в руки Вашингтона ключ от решения такого важного для судеб своих

народов вопроса, как вопрос о войне и мире. Не имея по существу возможности контролировать или хотя бы ограничить размещение американских вооруженных сил на этих объектах и базах, государства, где имеются такие опорные пункты для агрессии, могут в любой момент оказаться втянутыми в вооруженный ядерный конфликт вопреки своим национальным интересам. Особенно большую опасность несут некоторым развивающимся государствам базы, на которых размещено нацеленное на социалистические страны атомное и ракетное оружие США. Именно эти страны в первую очередь подвергают себя опасности ответного ядерного удара.

В таких условиях особую роль приобретает создание в различных регионах безъядерных зон и зон мира, закрепление в международном сообществе особого статуса "безъядерных государств" — государств, отказавшихся от производства, размещения и испытания ядерного оружия, укрепление режима нераспространения ядерного оружия.

Размещение на территории развивающихся стран американского ядерного оружия ставит народы этих стран в опасное положение, так как оно может быть применено и против них. Высвобождение этих континентов от ядерной опасности, создание условий, когда ни прямые, ни косвенные последствия ядерной войны не угрожали бы древним цивилизациям, — острая необходимость.

#### **ГОНКА ВООРУЖЕНИЙ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ — ДЕТОНАТОР ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ**

Пытаясь вовлечь развивающиеся страны в агрессивно-милитаристический курс, удержать их в сфере своего влияния, правящие круги империалистических держав, прежде всего США, не только всячески нагнетают напряженность во многих районах Азии, Африки, Латинской Америки, создают там военные базы и опорные пункты, сколачивают военно-политические блоки, противопоставляют интересы одних развивающихся стран интересам других, но и активно втягивают их в гонку вооружений.

В начале 80-х годов примерно из 650 млрд долл., составляющих ежегодные военные расходы во всем мире, на развивающиеся страны приходилось почти 100 млрд долл., в то время как в 1965 г. — 17 млрд, а в начале 70-х годов — 39 млрд долл. (в ценах 1978 г.) [23. С. 20—21]. Мировые военные расходы на середину 80-х годов приблизительно в 2 раза превышают ВВП всей Африки, примерно равны ВВП Латинской Америки и составляют около трех четвертей ВВП Азии (без Японии). Другими словами, в непроизводительную сферу уходит около одной трети совокупного ВВП беднейшей половины человечества, причем если за последние 20 лет ВВП освободившихся стран увеличился примерно втрое, то их военные расходы возросли в четыре с половиной раза.

В военные дела прямо или косвенно вовлечено более 50 млн человек, из которых половина находится в регулярной армии. Доля

освободившихся стран в общемировой численности вооруженных сил повысилась с 50% в начале 60-х годов до 60% к концу 70-х годов. В развивающихся государствах в состав вооруженных сил входит от 3 до 10% трудоспособных мужчин с начальным образованием и от 30 до 80% — со средним образованием. Военные расходы в этих странах поглощают примерно столько же средств, сколько выделяется на образование и здравоохранение, вместе взятые [24].

Подсчитано, что на содержание одного солдата в странах Ближнего Востока расходуется столько же средств, сколько затрачивается на социальные цели, образование, здравоохранение и социальное обеспечение 346 человек гражданского населения. Для государств Африки этот показатель равен 364, а для стран Южной Азии — 767. Ежегодно на содержание одного военнослужащего в развивающихся государствах расходуется сумма, в 10 раз превышающая среднедушевой доход населения [25. С. 124—125].

Как известно, военные расходы связаны прежде всего с огромными затратами на закупку вооружения и военной техники. Военная "помощь" освободившимся странам со стороны империалистических государств диктуется стратегическими соображениями. В эти страны направляются две трети экспортируемого капиталистическими державами оружия [23. С. 61]. Если сравнить ежегодные темпы роста торговли оружием, то можно увидеть, что в 1965—1970 гг. они составляли 10%, в 1970—1975 гг. — 15%, а в 1975—1980 гг. — 25% [23. С. 57]. По предварительным оценкам западных экспертов, темпы роста торговли оружием в 80-х годах продолжают нарастать [25. С. 124].

При этом следует иметь в виду, что стоимость нового оружия также неуклонно растет. За годы после второй мировой войны авианосец "подорожал" в 10—20 раз, эскадренный миноносец — в 20—30, бомбардировщик — в 30—40, подводная лодка — в 40—50, истребитель — в 100—150 раз [26].

Ведущими экспортерами оружия в развивающиеся страны являются США и некоторые западноевропейские государства. В период с 1970 по 1980 г. из общего числа проданных этим странам вооружений 45% падает на США, 10% — на Францию, 5% — на Великобританию, 3% — на Италию и 2,3% — на ФРГ [27]. В 80-х годах доля США увеличилась.

Экспорт оружия США в развивающиеся государства в период 1971—1975 гг. составил 5 млрд долл. По оценкам зарубежных экспертов, только за 1981 г. он превысил эту сумму, а в 1982 г. достиг 19,8 млрд долл. Общая же стоимость вооружения и боевой техники, вывезенных из США в развивающиеся страны за период 1971—1981 гг., составила около 38 млрд долл. Приблизительно в течение этого же периода в Азию, Африку и Латинскую Америку было продано 7440 американских танков и самоходных артиллерийских установок, 8225 орудий, 2600 боевых самолетов [28, 29].

Во избежание каких-либо вопросов отметим, что Советский Союз не является поставщиком оружия в развивающиеся государства в торговом-коммерческом значении этого термина. "Советский Союз всегда поддерживал



борьбу народов за освобождение от колониального гнета. И сегодня наши симпатии — на стороне стран Азии, Африки и Латинской Америки, которые идут по пути укрепления независимости и социального обновления. Они для нас — друзья и партнеры в борьбе за прочный мир, за лучшие, справедливые отношения между народами” [30].

Гонка вооружений, насильственная милитаризация развивающихся государств, создание военных баз США на их территории влекут за собой тяжелые социально-экономические последствия для народов этих государств. С одной стороны, поглощая значительную часть весьма ограниченных материальных и финансовых ресурсов развивающихся государств, милитаризация стала серьезным препятствием на пути их индустриализации, достижения экономической и научно-технической независимости. С другой — она сдерживает их социально-экономическое развитие, мешает установлению нового, справедливого международного экономического порядка, увеличению помощи со стороны промышленно развитых стран. Наконец, крупномасштабное отвлечение ресурсов на гонку вооружений и другие милитаристские мероприятия бьют по уровню жизни трудящихся, препятствуют решению целого ряда острейших социально-экономических проблем, в том числе борьбе с голодом, нищетой, болезнями, неграмотностью и др.

А ведь именно в этих странах почти 500 млн человек хронически голодает и свыше 1 млрд недоедает, около 40% населения не может удовлетворять свои самые элементарные жизненные потребности, а миллионы людей не имеют никакого медицинского обслуживания. Более того, сегодня в мире ежегодно умирает от голода 30—40 млн человек, преимущественно в странах Азии и Африки.

В то же время средств, расходуемых сейчас на вооружение только за один год, хватило бы, например, на ежегодное строительство 100 млн квартир, т. е. удобного жилья для 500 млн человек, или на строительство до миллиона школ, где могло бы обучаться около 650 млн детей. По некоторым оценкам, для того чтобы в течение нескольких лет в основном покончить на планете с голодом, с наиболее опасными болезнями и неграмотностью, было бы достаточно каждый год переключать на эти цели 8—10% современных расходов на вооружение [31].

Империалистические державы активно используют в своих целях заинтересованность правящих кругов отдельных развивающихся стран в приобретении оружия. Его экспорт носит выборочный характер и сопровождается расширением влияния стран-экспортеров на внешнюю и внутреннюю политику стран — получателей оружия.

Гонка вооружений оказывает негативное воздействие на развивающиеся страны в трех основных направлениях:

помимо прямой опасности, которую она создает для мира и сохранения стабильности в Азии, Африке и Латинской Америке, гонка вооружений является одним из основных факторов, отвлекающих от экономического и социального развития государств этих регионов их и без того недостаточ-

ные финансовые ресурсы. Кроме того, для службы в армии отбираются наиболее трудоспособные и квалифицированные кадры из гражданской сферы;

поскольку подавляющее большинство развивающихся стран самостоятельно оружие не производят, а вынуждены закупать его в основном в США и государствах Западной Европы, это обстоятельство ставит их в дополнительную зависимость от империализма и его неокOLONиалистской политики;

развязанная империалистическими государствами глобальная гонка вооружений лишает развивающиеся страны возможности получения дополнительной помощи на цели экономического и социального развития, которая могла бы быть выделена им промышленно развитыми государствами в случае сокращения программы вооружений.

Но все же одним из наиболее тревожных последствий гонки вооружений в развивающихся странах является то, что она может быть детонатором вооруженных конфликтов. Вовлекая определенные государства в русло своей глобальной военно-политической стратегии и способствуя созданию там значительных арсеналов современного оружия, империалистические державы (и в первую очередь США) изменяют тем самым соотношение сил, дестабилизируют обстановку на региональном и межстрановом уровнях. Основной курс США — наводнять современным, в том числе сложнейшим, оружием те страны, которые уже демонстрировали свои агрессивные намерения или просто совершали агрессию (так было при нападении Сомали на Эфиопию, во время вылазок полпотовцев с территории Таиланда против мирных жителей Кампучии, при подготовке Гондураса в качестве плацдарма для подрывных действий против Никарагуа и во многих других случаях). Характерно, что американская "военная помощь" направляется не жертве агрессии, а агрессору. В итоге администрация США буквально начиняет оружием и без того взрывоопасные районы, тем самым вызывая вполне понятную ответную реакцию и естественное стремление соседних стран искать помощь из альтернативных источников.

Как показывает опыт, конфликты, порождаемые гонкой вооружений, со временем расширяются, в них вовлекается все большее число стран, и таким образом, эти локальные конфликты поднимаются на новый уровень, рамки их расширяются как в региональном, так и в глобальном масштабе.

Здесь кроется и еще одна очень большая опасность. Дело в том, что на сегодняшний день гонка вооружений в развивающихся странах затрагивает в основном так называемые обычные вооружения (хотя уже появляются сообщения о намерении некоторых проимпериалистических режимов включиться также и в гонку ядерных вооружений). Термин "обычные" создает во многих развивающихся государствах иллюзии успокоенности. И этим часто пользуются наиболее агрессивные круги империалистических держав.

Вместе с тем в последнее время происходит стирание границ между обычным вооружением и ядерными средствами тактического назначения.

В ходе вьетнамской войны, например, американцами были созданы новые типы оружия с применением инфракрасных детекторов и детекторов запаха, контейнерные бомбы, разбрасываемые на обширных территориях, и т. п. После дополнительного усовершенствования эти виды оружия превратились в так называемые "околоядерные", т. е. в боеприпасы, разрушающая сила которых равна эффекту взрыва тактических ядерных боеголовок. Таким образом, включение "околоядерных" видов оружия в процесс гонки вооружений в развивающихся государствах несет огромную опасность.

Более того, в настоящее время, когда наблюдается пространственное и территориальное расширение гонки вооружений (она распространяется на Мировой океан, космос, вовлекает новые регионы и развивающиеся страны), любой локальный конфликт может легко перерасти в глобальную войну, что будет в равной степени опасно как для европейцев и американцев, так и для азиатов, африканцев и латиноамериканцев. Именно поэтому "человечество стоит перед альтернативой, затрагивающей судьбы всех наций: либо обеспечение возможностей социального прогресса в условиях мира, либо военная катастрофа, невиданная по своим масштабам и последствиям, ставящая под угрозу достижения человеческой цивилизации и существование самого человека" [26. С. 70].

Роль развивающихся стран Азии, Африки, Латинской Америки в мировой политике постоянно возрастает. Именно поэтому они могут серьезно влиять на эту политику, в том числе и в области разоружения и упрочения мира, тем более на своих континентах.

В целом антимилитаристская линия поведения большинства развивающихся государств этих континентов, находящая отражение в их деятельности в рамках ООН и движения неприсоединившихся стран, является общепризнанной. Совместные и согласованные действия этих государств по проблемам, связанным с разоружением, с сохранением и обеспечением мира, могут служить важнейшим фактором успешного политического, социально-экономического и культурного развития независимых стран Азии, Африки и Латинской Америки.

#### **ОПАСНОСТЬ ДЛЯ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН "ДОЯДЕРНОГО" ПОЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ**

Казалось бы, стало истиной положение о том, что в современных условиях национальная безопасность самым тесным образом связана с безопасностью международной, более того — глобальной. Вместе с тем невозможна международная безопасность, а следовательно, и национальная в условиях продолжающейся гонки вооружений, тем более ядерных. К сожалению, эта очевидная истина с трудом воспринимается в "третьем мире" теми, кто не может отказаться от старых догм, от убеждения, будто сила способна решать все проблемы.

Наличие такого "доядерного" политического мышления в развиваю-



щихся странах не случайно. Ведь милитаристские круги США, возглавляемого ими агрессивного блока НАТО не только продолжают стоять именно на этих традиционных позициях, но и упорно навязывают их государствам Азии, Африки, Латинской Америки.

В то же время именно в этих государствах наша эпоха изменила очень многое и весьма кардинально. Если обобщить опыт второй половины подходящего к концу XX столетия, то можно сказать: ни наращивание военной-технической мощи империализма, ни бурное развитие его военной техники, ни навлеченные им на "третий мир" локальные войны, ни созданные им реакционные режимы не смогли остановить поступательного хода истории. Вместо уничтожения национально-освободительных сил и сохранения колониальных империй империализм получил на своей колониальной периферии революции, появление на политической карте мира более ста освободившихся стран. Идея примата военной силы над всем остальным разрушилась на глазах одного поколения. И столь же неодолимо повысилось сознание того, как велики значение социальных процессов, роль народов в решении проблем мира и войны.

Догматики гонки вооружений не хотят этого понять и признать. Ими для постоянной реанимации своей милитаристской политики, направленной на то, чтобы подчинить ход событий в зоне развивающихся стран интересам наиболее агрессивных империалистических кругов, используется широкий набор политико-идеологических и военно-политических средств. Несмотря на их "современное" обрамление, они по сути своей глубоко консервативны и абсурдны.

Во-первых, это "новейшие" военные доктрины, попытки "научно" обосновать возможность своей победы в "ограниченной" или "затяжной" ядерной войне. Такое милитаристское шаманство призвано одурманить сотни миллионов людей в развивающихся странах, внушить им фальшивую идею "чьей стороны держаться".

Во-вторых, это философия "устрашения", попытки доказать населению стран "третьего мира", будто громадный и все более совершенствуемый американский военный потенциал, готовность США первыми применить ядерное оружие только и "сдерживают" мифическую советскую "агрессию". Но когда перспективу ядерной войны США делают средством международной политики и политической психологии, то этим угрожают не только государствам иной общественной системы, но и всему миру, включая собственное общество, союзников, а также развивающиеся страны.

Тем не менее эти старые имперские, силовые методы международных отношений США стремятся перенести и на мир развивающихся стран. Их пытаются втянуть в движение по пути, который американский империализм избрал со второй половины нынешнего века, изображая при этом дело так, будто иного пути нет и быть не может. Такая стратегия способна принести странам третьего мира катастрофические последствия.

Расходуя громадные суммы на вооружения, развивающиеся страны, с одной стороны, наносят тяжелый ущерб собственной экономике, увели-

чивают военно-техническую зависимость от империалистических государств, затрудняют решение своих бесчисленных социальных проблем, а с другой — повышают опасность появления в собственной зоне все новых очагов военных конфликтов. Есть много оснований — политических, психологических, военных — считать, что при росте вооружений быстрее усиливаются противоречия, обостряется международная ситуация, конфликты становятся гораздо более вероятными. По-видимому, в накоплении оружия порой достигается своеобразная "критическая масса", при которой гораздо легче происходит детонация взрыва.

В настоящей статье не ставится задача прогнозировать, какие произойдут в будущем кризисы и международные конфликты в странах Азии, Африки, Латинской Америки. Ход истории уже выявил общую тенденцию. Все основные военные конфликты после 1945 г. возникали именно в этих районах мира. И ясно, что их дальнейшая милитаризация означает лишь все новую доставку горючего в пожароопасную зону. Появляется множество "военных возбудителей". И в перенасыщаемой милитаризмом атмосфере становится все более реальным общее воспламенение.

Изучение более или менее продолжительных исторических периодов показывает, что никогда гонка вооружений в развивающихся странах не происходила столь бурными темпами. Такой переход от примитивных военных организаций к структурам, носящим печать конца XX столетия, ни в коем случае не может привести к добру, если он совершается не под влиянием жизненных потребностей, например национально-освободительной борьбы, отражения империалистической агрессии.

Разрыв между уровнями общего развития молодых государств и их военных организаций таит немалые опасности: порой усиливаются реакционные, диктаторские режимы, временами появляются авантюристы, способные провоцировать конфликты "из ничего". Анализ кризисных ситуаций в "третьем мире" за 50—80-е годы показывает, что немалая часть почти из трехсот подобных ситуаций возникла из-за использования силы скорее потому, что она имелась, нежели из-за столкновения реальных интересов.

Таким образом, совершенно очевидна опасность искусственного навязывания Западом развивающимся странам "доядерного" политического мышления, основанного на "традиционных" принципах отношений между капиталистическими странами и полностью противоречащего реальностям нашего времени, процессу национального и социального освобождения в "третьем мире". В условиях, когда недавно ставшее самостоятельным общество ищет свои пути развития, такое привносимое извне мышление создает опасность, что военные решения будут доминировать над политическими, милитаризм подчинит сознание, появится склонность к авантюризму в политике, преобладающему над здравым смыслом. Получат особую поддержку реакционные диктаторские режимы, для которых военное начало становится высшей формой самоутверждения. Тогда возникнет тяга к упрощенным оценкам международных ситуаций, а военные решения начинают казаться более приемлемыми, чем политические. И в такой ситуа-



создает опасность, что военные решения будут доминировать над политическими, милитаризм подчинит сознание, появится склонность к авантюризму в политике, преобладающему над здравым смыслом. Получат особую поддержку реакционные диктаторские режимы, для которых военное начало становится высшей формой самоутверждения. Тогда возникнет тяга к упрощенным оценкам международных ситуаций, а военные решения начинают казаться более приемлемыми, чем политические. И в такой ситуации некоторые районы "третьего мира" могут стать особенно опасными конфликтными зонами отнюдь не только в местных масштабах.

Процесс подлинного освобождения бывших колониальных и зависимых стран, как известно, очень сложен, порой мучителен. Он отягощается массой как бы внезапно вырывающихся наружу проблем, незнакомых периоду становления европейских национальных государств. Многие из таких проблем — конфликтные, будь то споры о границах бывших колоний, религиозные или территориальные распри. И когда во весь этот сложный мир бросают вместе с массами современного оружия идеологию допустимости войны, возникает та самая военная психология, которая всегда занимала столь большое место в происхождении войн, в том числе мировых. В этой связи глубоко ошибочна тенденция, ведущая к производству ядерного оружия странами "третьего мира". Анализ условий и перспектив развития тех из них, которые стоят "на пороге" обладания ядерным оружием, показывает, по меньшей мере, необоснованность их ядерных претензий, конечно, если подходить к этой проблеме не с позиций амбиции, престижа или ложно понимаемой безопасности. Все эти страны имеют иные, альтернативные возможности обеспечивать свою безопасность, кроме копирования философии ядерного "устрашения". Сейчас все более ясно, что она изживает себя даже в политике некоторых государств НАТО.

Нельзя, разумеется, считать, — и опыт последних десятилетий подтверждает это, — что само по себе накопление расщепляющихся материалов для развития атомной энергетики содержит прямую опасность распространения ядерного оружия. Нет, здесь тоже все решает политика. Но слишком много конфликтных зон содержит "третий мир", чтобы можно было со спокойной уверенностью недооценивать угрозу возникновения кризисных ситуаций там, где страны и режимы проявляют особую склонность переключать атомную энергию на военные цели.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, ядерный конфликт между Западом и Востоком, если он разразится, неизбежно охватит своими катастрофическими последствиями весь мир, включая развивающиеся страны. Вместе с тем нельзя не видеть, что современные тенденции политического и технологического развития делают все более реальной угрозу возникновения опаснейшего конфликта в зоне самих развивающихся стран. Поэтому главный вывод состоит в том, что народы и правительства развивающихся госу-



является мир и война. Столь часто случавшееся в истории отставание сознания от новых реальностей становится ныне абсолютно неприемлемым.

Воля к миру — это глубокое понимание той истины, что в современных международных отношениях главные усилия должны быть направлены на предотвращение ядерной катастрофы. Такое понимание главной проблемы нашего времени означает необходимость отказаться от психологических "доядерных" стереотипов, согласно которым можно по-старому считать ядерную войну реальным политическим средством, и необходимость доказать, что у политики насилия нет будущего.

Принципиально важное значение имеет в этом плане встреча в Рейкьявике Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева и президента США Р. Рейгана, которая, к сожалению, продемонстрировала неготовность администрации США к глобальному решению центральной проблемы — ликвидации всех ядерных арсеналов СССР и США, прежде всего стратегических наступательных вооружений, в течение десятилетия.

Основа советского подхода к оценке нынешнего сложного этапа мировой политики заключается в том, что вся система международных отношений переживает сегодня беспрецедентно острый, критический период своего развития, когда "все живущие на Земле — в социалистическом мире, в капиталистическом мире, в развивающемся мире — имеют сейчас уникальный шанс — наконец реально взяться за прекращение гонки вооружений, запретить ядерное оружие, уничтожить его и отвести от человечества ядерную угрозу" [32]. Сегодня речь идет уже не только о противостоянии двух противоположных общественно-экономических систем, а о выборе между выживанием и самоуничтожением. Вопросы выживания поставлены в центр мировой политики, являются приоритетными при формировании национальных внешнеполитических курсов, основным содержанием которых должно стать стремление к полной ликвидации оружия массового уничтожения, к ограничению военных потенциалов пределами разумной достаточности, к недопущению гонки вооружений в космическом пространстве.

Как отмечалось на заседании Политбюро ЦК КПСС по итогам встречи в Рейкьявике, "создалась качественно новая ситуация, борьба за ядерное разоружение вышла на более высокий рубеж, с которого теперь необходимо дальше наращивать усилия с целью радикальных сокращений и полной ликвидации ядерного оружия". В связи с этим была подчеркнута необходимость продолжения контактов и переговоров, в том числе в Женеве, по всему комплексу вопросов ядерных и космических вооружений на основе платформы, выдвинутой советской стороной в Рейкьявике [33].

И хотя в исландской столице было достигнуто принципиальное согласие по всему пакету мер ядерного разоружения, его не удалось воплотить в обязывающие стороны договоренности, поскольку администрация США пришла на встречу неподготовленной к далеко идущим решениям центральных вопросов международной безопасности, выставив свою привержен-

ность программе СОИ в качестве главного препятствия на пути прекращения гонки вооружений, избавления мира от ядерного оружия.

Встреча в Рейкьявике еще отчетливее прояснила, что только новая политика, адекватная реальностям нашего ядерного века, учитывающая законные интересы всех народов, стран, и в первую очередь наиглавнейший интерес всего мирового сообщества — стремление к сохранению мира, только такая новая политика может служить реальной альтернативой конфронтационному курсу в системе международных отношений, привести к коренному оздоровлению политического климата в глобальном масштабе, дать импульс для широкого международного сотрудничества.

## Л и т е р а т у р а

1. Документ Комитета по разоружению СД/238 от 4 февраля 1982 г.
2. Правда. 1983. 5 дек.
3. Документ ООН А/38/РУ. 9.
4. Правда. 1984. 17 февр.
5. Маркс К., Энгельс Ф. Полн. собр. соч. Т. 13. С. 464.
6. Проблемы разоружения и развивающиеся страны. М.: Наука, 1983. 183 с.
7. Откуда исходит угроза миру. М.: Воениздат, 1982. С. 32, 9, 18, 37, 25, 38, 30.
8. Правда. 1983. 2 июля.
9. Булатов А.А. НеокOLONиализм в военном мундире. М.: Воениздат, 1982. С. 64.
10. За рубежом. 1982. № 23. 4—10 июня. М. 5.
11. Le Matin. 1983. 22 mars.
12. Красная звезда. 1981. 8 янв.
13. Правда. 1981. 3 авг.
14. Ас-Сафир. 1981. 19 марта.
15. Аль-Маукифаль араби. 1982. 20 янв.
16. Ас-Сафир. 1982. 2 февр.
17. Аль-Кифах аль араби. 1981. 19 сент.
18. Правда. 1981. 3 авг.
19. Темуаньян (о-в Режуньон). 1981. 4 авг.
20. Bulletin. 1980. Т. 101. N 5222. P. 92.
21. Известия. 1983. 12 мая.
22. Pacific Islands Monthly. 1979. N 1. P. 21.
23. World Armaments and Disarmament. SIPRI Yearbook. L., 1980. P. 61, 57.
24. Алексеев Ю. Разоружение и развитие // Азия и Африка сегодня. 1981. № 5. С. 18—19.
25. Нухович Э. Гонка вооружений и развивающиеся страны // Междунар. жизнь. 1983. № 9. С. 123, 124, 125.
26. Федосеев П.Н. Предотвратить войну — нет задачи важнее // Коммунист. 1983, № 14. С. 69—92.
27. World Armaments and Disarmament. SIPRI Yearbook. L., 1981, P. 116.
28. Иванов С. США: торговля оружием — угроза миру // Зарубеж. воен. обозрение. 1982. № 12. С. 27—29.
29. Department of State Bulletin, 1982. Oct. P. 58, 59.
30. Правда. 1985. 12 марта.
31. Шмелев Н. Глобальные проблемы и развивающийся мир // Коммунист. 1983, № 14. С. 85, 91.
32. Пресс-конференция М.С. Горбачева. Правда. 1986. 14 окт.
33. Правда. 1986. 15 окт.

Часть  
вторая

**МАТЕРИАЛЫ И  
ДОКУМЕНТЫ,  
КАСАЮЩИЕСЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ  
В ЗАЩИТУ МИРА,  
ЗА РАЗОРУЖЕНИЕ  
И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ  
ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ**



**КОМИТЕТ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ  
В ЗАЩИТУ МИРА,  
ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ  
(Краткая справка)**

Комитет советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы (КСУ) — общественная организация, образованная на Всесоюзной конференции, проходившей в Москве в мае 1983 г. На этом представительном научном форуме, в котором приняли участие ученые Советского Союза, а также их коллеги из ряда зарубежных стран, обсуждались проблемы сохранения мира и роли науки в этом историческом процессе. В итоговом документе конференции отмечалось, что "своими знаниями, опытом и авторитетом ученые призваны активно содействовать разрыву цепи борьбы народов за спасение Земли от ядерного уничтожения".

Комитет осуществляет свои функции, исходя из задач, определенных на Всесоюзных конференциях ученых 1983 и 1986 гг. В нынешний состав КСУ, избранный на второй Всесоюзной конференции ученых по проблемам мира и предотвращения ядерной войны, состоявшейся в Москве 27—29 мая 1986 г., вошли 50 авторитетных советских ученых, специалистов в различных отраслях знаний.

Председателем комитета избран вице-президент АН СССР академик Е.П. Велихов, его заместителями — академик Р.З. Сагдеев, доктора наук С.П. Капица и А.А. Кокошин. Членами КСУ являются академики Ж.И. Алфёров, А.А. Баев, Н.П. Бехтерева, В.И. Гольданский, А.П. Ершов, В.И. Ильичев, Ю.М. Каган, И.И. Лукинов, Г.А. Месяц, Ю.Н. Молин, Г.А. Николаев, А.А. Никонов, Ю.А. Осипьян, Р.В. Петров, Б.Б. Пиотровский, Ю.К. Пожела, Б.В. Раушенбах, Г.К. Скрыбин, А.В. Фокин, А.Е. Шейндлин; члены-корреспонденты АН СССР А.Г. Бабаев, В.Л. Барсуков, Г.С. Голицын, Анат.А. Громыко, Н.А. Платз, К.К. Ребане, С.А. Федотов, П.К. Хабибуллаев; академик АН Казахской ССР М.А. Айхожин, академик АМН СССР Н.П. Бочков, академик АН Грузинской ССР И.Г. Гвердцители, академик АПН СССР М.И. Кондаков; чл.-корр. АН БССР А.М. Адамович, чл.-корр. АМН СССР М.Е. Вартамян; доктора наук А.Г. Арбатов, В.С. Верещетин, И.Е. Гурьев, А.С. Елисеев, С.И. Колесников, А.Г. Масевич, М.А. Мокульский; кандидаты наук — А.А. Васильев, А.С. Гинзбург, В.М. Орел, О.Ф. Прилуцкий, С.Н. Родионов. Опираясь на обширный потенциал всей советской науки, Комитет советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы привлекает к своей повседневной практической работе советников и экспертов по конкретным научным проблемам, относящимся к тем или иным исследовательским программам, осуществляемым под эгидой КСУ.

Отличительной чертой деятельности КСУ становится активное использование самого сильного "оружия" науки — огромный исследовательский опыт и фундаментальные научные знания. Полученные учеными результаты исследований всесторонне обсуждаются с представителями советской научной общественности, а также с зарубежными коллегами.

Особое место в деятельности КСУ занимает подготовка и издание специальных докладов, отражающих точку зрения КСУ по конкретным проблемам. Комитетом, в частности, выпущены (в том числе на основных иностранных языках) следующие доклады: "Современное состояние исследований климатических последствий ядерной войны". "Ударные космические вооружения и международная безопасность". "Климатические последствия возможного ядерного конфликта и некоторые природные аналоги". "Проблема замораживания ядерного оружия". "Глобальные последствия ядерной войны и развивающиеся страны".

Эти доклады направляются в правительственные организации, а также средствам массовой информации как в СССР, так и за рубежом. В частности, последний из перечисленных докладов был направлен правительствам развивающихся стран, а также в международные организации (ООН, ЮНЕСКО и др.). В настоящее время рабочие группы КСУ готовят исследования по проблемам предотвращения случайного возникновения ядерной войны и всеобщей безопасности в современном мире.

Каждое направление научных исследований, осуществляемых КСУ, является межотраслевым по своему характеру. Естественно поэтому, что КСУ стремится устанавливать и развивать продуктивные связи с зарубежными организациями ученых, также ставящими своей целью борьбу против ядерной войны, за разоружение и мир. Контакты такого рода осуществляются как на многосторонней (СКОПЕ, МСНС и др.), так и двусторонней основе. Хорошим примером последних может быть эффективное сотрудничество с Федерацией американских ученых. В результате встреч и бесед представителей КСУ и ФАУ выявилось очень близкое совпадение взглядов советских и американских ученых по ряду важнейших вопросов, таких, как замораживание ядерных вооружений, немилитаризация космического пространства и т.д.

Среди крупных международных мероприятий, проходивших при активном участии членов КСУ, можно отметить международную научную конференцию в Вашингтоне "Мир после ядерной войны" (октябрь-ноябрь 1983 г.); так называемый "Форум Кеннеди — Хэтфилда" — совместный симпозиум советских и американских ученых, посвященный рассмотрению климатических и биологических последствий ядерной катастрофы (декабрь 1983 г.); конференция ФЕБО — ученые-биологи в борьбе за мир (июнь 1984 г.); "Эдинбургская встреча" советских и английских ученых (октябрь 1984 г.); Пагуошский семинар по проблемам сохранения мира (июнь 1984 г.) и многие другие.

Обращаясь к средствам массовой информации, КСУ стремится доводить до сведения общественности результаты своих научных исследова-

ний, предупреждать об опасности разворачивания новых витков гонки вооружений, информировать борцов за мир во всем мире, давая им в руки новые убедительные аргументы, раскрывающие масштабы и последствия возможной ядерной катастрофы. Отметим участие КСУ в ряде международных "телемостов", позволяющих ученым обращаться непосредственно к многомиллионной аудитории телезрителей. В настоящее время предметом особой озабоченности и тревоги за судьбы мира стали планы американской администрации по развертыванию противоракетных систем с элементами космического базирования. Эта проблема находится сейчас в центре внимания деятельности КСУ; в результате глубокого анализа доказана научная несостоятельность и в то же время огромная опасность воплощения в жизнь планов "звездных войн". В этом и других важнейших вопросах борьбы за сохранение мира и укрепление международной безопасности КСУ, как и все советские ученые, полностью поддерживает позиции Советского Союза, изложенные в Заявлении Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева от 15 января 1986 г. Комитет советских ученых и впредь будет считать своей главной задачей разработку научной аргументации миролюбивых инициатив Советского Союза, активное разъяснение нашей позиции в деле сохранения мира, разоружения и предотвращения ядерной катастрофы.

Кандидат химических наук Б.А. Гонтарев

### **УЧЕНЫЕ МИРА ЗАЯВЛЯЮТ: КАТАСТРОФУ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ МОЖНО И ДОЛЖНО ПРЕДОТВРАТИТЬ**

В последнее время в мире резко активизировались массовые общественные выступления против угрозы термоядерной катастрофы, нависшей над планетой, над цивилизацией. Эти выступления — естественная защитная реакция человеческого сообщества, почувствовавшего, как агрессивные силы ряда западных стран пытаются свести на нет обнадежившие всех завоевания периода разрядки, раздувают ядерные арсеналы, пытаются обосновать и даже оправдать возможность ядерной войны. Антивоенные, и прежде всего антиядерные, движения охватили все континенты, в них участвуют люди разных политических убеждений, разных возрастов и профессий, в том числе люди науки, крупные исследователи, чьи имена широко известны в связи с важнейшими научными и практическими свершениями нашего времени.

Авторитет современной науки чрезвычайно высок. В нашем сознании сами слова "наука", "исследователь", "ученый" надежно ассоциируются с умением выявлять истину, делать объективные, непредвзятые, выводы. Поэтому вполне естественно, что оценки ученых в вопросах ядерно-



го вооружения и ядерной войны воспринимаются с особым доверием и играют решающую роль в формировании столь действенной реальности, как мировое общественное мнение.

Наиболее четко и представительно мнение ученых по этим вопросам выражено в Декларации, которую недавно подписали представители большинства академий наук мира. Публикуя этот документ, редакция попросила рассказать о нем руководителя советской делегации, участвовавшей в подготовке и подписании Декларации, вице-президента Академии наук СССР, академика Евгения Павловича ВЕЛИХОВА.

— Движение за ядерное разоружение возникло в Европе, но сейчас оно охватило все континенты и, в частности, приобрело огромные, для многих просто неожиданные масштабы, в том числе в крупнейшей ядерной державе Запада — в Соединенных Штатах Америки. В этом движении участвуют и отдельные лица, в том числе известные политические и общественные деятели, и очень широкий спектр различных профессиональных, политических, общественных организаций — от прогрессивных до консервативных и клерикальных. Не остались в стороне от массового движения и ученые, деятели науки. С рядом важных заявлений по поводу ядерного разоружения выступили, например, такие группы, как "Ученые за ядерное разоружение", "Комитет обеспокоенных ученых" и др. Очень широкий резонанс в мире имела принятая в августе 1982 г. Декларация Пагуошского движения, подписанная 97 лауреатами Нобелевской премии.

24 сентября 1982 г. в Риме была подписана "Декларация о предотвращении ядерной войны", принятая Ассамблеей президентов академий наук 30 стран мира и представителей Пагуошского комитета ученых. Ассамблея была созвана по инициативе Ватиканской академии наук, активно выступающей в последние годы за предотвращение ядерной катастрофы и ядерное разоружение.

Среди активных и антиядерных выступлений ученых подписанная в Риме Декларация занимает особое место, и это определилось несколькими существенными обстоятельствами.

Будучи связанными с правительственными кругами своих стран, многие группы ученых обычно в той или иной степени отражают точку зрения своих правительств, поэтому заявления таких групп нередко имеют некоторый оттенок односторонности, определенной политической ориентированности. В этой связи особенно важно было то, что представители науки из разных стран в процессе подготовки Декларации смогли обсудить частные позиции и выработать некое единое, коллективное мнение касательно ядерных вооружений и предотвращения ядерной угрозы. Очень важно было и то, что государственным и политическим деятелям, людям, принимающим важные конкретные решения, было предоставлено уже не частное мнение крупных ученых той или иной страны, а согласованная оценка ученых мира по поводу накопления и использования ядерного оружия. Наконец, было чрезвычайно важно дать возможность ши-

рокой мировой общественности услышать из уст авторитетнейших ученых мира объективную, научно обоснованную оценку самой ядерной войны.

Подписанию Декларации предшествовала большая подготовительная работа. Редакционный комитет по выработке проекта Декларации собирался в феврале 1982 г. в Вене, в марте 1982 г. в Лондоне и дважды, в июне и в сентябре, в Риме.

На разных стадиях в обсуждении и подготовке Декларации принимали участие крупные ученые, имена многих из них хорошо известны в нашей стране. Это, в частности, американские физики В. Вайскопф и нобелевский лауреат Ч. Таунс, один из создателей квантовых генераторов; президент Национальной академии наук США Ф. Пресс; президент французской академии наук П. Жакино; президент Пагуошского комитета Дороти Ходжкин, отмеченная Нобелевской премией за исследование механизмов проведения нервного импульса; президент Академии наук Индии Кришна Менон; бразильский биофизик, ныне президент Ватиканской академии наук К. Чагас; английские исследователи, нобелевские лауреаты физиолог А. Хаксли, президент Королевского научного общества биохимик М. Перутц, положивший начало изучению архитектуры белковых молекул рентгеноструктурными методами; президенты АН НРБ А. Балевский, Бразилии — М. Пейксото, Югославии — И. Сироткович, Италии — Д. Марини-Беттоло, Венгрии — И. Сентаготаи и др.

Нужно сказать, что выработка единой позиции и согласованного текста Декларации не была делом легким и быстрым. В частности, высказывались и обсуждались идеи, которые после детального коллективного анализа были отвергнуты и в Декларацию не вошли. Так, скажем, кое-кто пытался оправдать использование ядерного взрыва "в определенных условиях". Предполагалось также разграничить в Декларации ядерное оружие на оружие обороны и оружие нападения. Эти концепции не новы, их пропагандировала одна и та же группа ученых, причем к "оборонительному оружию" они относили пресловутую нейтронную бомбу и даже ядерные системы, которые еще не разработаны.

Обсуждалось и было отвергнуто предложение включить в Декларацию тезис о "локализации ядерного конфликта в случае его возникновения". Ядерный конфликт не является плавным и постепенно развивающимся процессом, который можно было бы замедлить или приостановить на какой-то стадии. Любой "локальный" ядерный конфликт явился бы детонатором глобальной ядерной катастрофы, предотвратить которую уже будет невозможно.

Декларация содержит ответы на самые острые вопросы, волнующие сейчас людей всего мира. Причем это не только вопросы морально-этического характера — ученые разных стран четко и ясно заявили о том, что нет и не предвидится технического решения проблемы нейтрализации колоссальных неисчислимых бедствий ядерной войны.

Тревожной реальностью нашего времени стала политика в области

ядерного вооружения, принятая нынешней администрацией США, — расчет на достижение ядерного превосходства над СССР, на возможность создания эффективной противоракетной обороны, которая в сочетании с потенциалом первого удара сделала бы приемлемой ядерную войну.

К этому нужно добавить и основную доктрину ядерной политики стран НАТО — так называемое гибкое ядерное реагирование, рассчитанное на возможность контролировать ход ядерного конфликта и угрожать странам Варшавского Договора использованием ядерного оружия первыми.

Декларация в принципе отвергает любые варианты использования ядерного оружия без того, чтобы это повлекло непоправимые бедствия для планеты. Ученые мира, граждане разных стран едины в своем мнении — нет никаких разумно обоснованных возможностей сделать приемлемым использование ядерного оружия. Оно не является обычным оружием войны, ему не должно быть места в военных и политических доктринах. Декларация четко и однозначно отмечает: любая ядерная война есть преступление против человечества.

Незадолго перед подписанием Декларации, в июне 1982 г., мир узнал о том, что наша страна приняла на себя обязательство не применять первой ядерного оружия. В послании Советского Союза Генеральной Ассамблеи ООН говорится: "Мы убеждены, что никакие противоречия между государствами или группами государств, никакие различия в общественном строе, образе жизни или идеологии, никакие сиюминутные интересы не могут заслонить фундаментальную, общую для всех народов необходимость — сберечь мир, предотвратить ядерную войну".

Решение СССР о неприменении первым ядерного оружия было встречено с пониманием и благодарностью народами мира, в том числе и учеными, активно выступающими за предотвращение ядерной войны. Это решение укрепило их оптимизм, которым, кстати, несмотря на непреходящее пока чувство тревоги, проникнут текст Декларации.

## **Д Е К Л А Р А Ц И Я**

### **О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ**

#### **I. Преамбула**

На протяжении всей своей истории человечество сталкивалось с войной, но с 1945 г. характер войны изменился настолько значительно, что угрожает будущему человечества, поколениям, которые еще не родились. В то же время возрастают взаимные контакты и средства понимания между людьми. Именно поэтому стремление к миру в настоящее время сильнее, чем когда-либо. Человечество сталкивается сегодня с беспрецедентной в истории угрозой, исходящей от массового и носящего характер соревнования накопления ядерного оружия. Существующие арсеналы, если их использовать в крупной войне, могли



бы в результате повлечь непосредственно гибель многих сотен миллионов людей и несметных миллионов еще потом из-за множества последующих поражающих факторов. Впервые возможно причинить ущерб в таком катастрофическом масштабе — стереть с лица земли большую часть цивилизации и поставить под угрозу само ее существование. Применение такого оружия в большом масштабе могло бы вызвать значительные и необратимые экологические и генетические изменения, пределы которых невозможно предсказать.

Наука не может предложить миру реальной защиты от последствий ядерной войны. Не существует перспектив сделать оборону достаточно эффективной для защиты городов, поскольку даже один прорвавшийся ядерный заряд может причинить массовые разрушения. Не существует перспективы того, чтобы массы населения могли бы быть защищены от массированного ядерного удара, или разрушение культурной, экономической и индустриальной основы общества могло бы быть предотвращено. Крушение социальной организации и число жертв будут такими значительными, что ни от одной медицинской системы нельзя ожидать обслуживания более чем самого незначительного числа жертв.

В настоящее время накоплено около 50 000 ядерных зарядов, некоторые из них обладают мощностью, в тысячу раз большей, чем бомба, разрушившая Хиросиму. Общая взрывная мощность этих зарядов равна миллиону бомб Хиросимы, что соответствует мощности примерно трех тонн тринитротолуола на каждого жителя Земли. И все же запасы продолжают возрастать. Более того, мы сталкиваемся с возрастающей опасностью того, что дополнительно многие страны получают ядерное оружие или разработают способы его производства.

В настоящее время в наличии имеется почти непрерывный диапазон взрывной мощности от самых малых ядерных зарядов для театра военных действий до самых разрушительных мегатонных боеголовок. Ядерное оружие рассматривается не только как сдерживающее средство, но и существуют планы его тактического использования в войне с применением обычных видов оружия при так называемых контролируемых условиях. Огромные и увеличивающиеся запасы ядерного оружия и их широкое распространение в вооруженных силах увеличивают вероятность их использования в результате случайности или ошибки в расчетах в период возросшей политической или военной напряженности. Существует огромный риск того, что любое использование ядерного оружия, каким бы ограниченным оно ни было, приведет к эскалации ядерной войны.

Ситуация в мире ухудшилась. Недоверие и подозрительность между государствами возросли. В настоящее время прерван серьезный диалог между Востоком и Западом, между Севером и Югом. Серьезная несправедливость между государствами и внутри государств, близорукость национальные или фанатичные амбиции и страсть к власти — семена конфликта, который может привести к обычной и ядерной войне. Позор нищеты, голода и деградации сам по себе становится растущей угрозой ми-

ру. Появляется возрастающее фатальное согласие с тем, что война неизбежна и что войны будут вестись с применением ядерного оружия. В любой подобной войне не будет победителей.

Не только возможности ядерного оружия, но также химического, биологического и даже обычных видов оружия возрастают вследствие постоянного накопления новых знаний. Таким образом, следует ожидать, что такие средства неядерной войны, какими бы ужасными они ни были сейчас, станут еще более разрушительными, если ничего не будет предпринято, чтобы это предотвратить. Человеческая мудрость, однако, остается сравнительно ограниченной в драматической противоположности очевидному неумолимому росту сил разрушения. Прямая обязанность ученых в том, чтобы помочь предотвратить извращение использования их достижений и подчеркнуть, что будущее человечества зависит от принятия всеми государствами моральных принципов, превосходящих все другие соображения. Признавая естественные права человека на существование и жизнь в достоинстве, наука должна использоваться так, чтобы помогать человеку жить полной жизнью в мире.

Рассматривая всеподавляющую опасность, которая стоит перед всеми нами, обязанность каждого человека доброй воли — смотреть в лицо этой опасности. Все разногласия, которыми мы озабочены сегодня, включая политические, экономические, идеологические или религиозные, малы в сравнении с опасностью ядерной войны. Крайне необходимо уменьшить недоверие и укрепить надежду и доверие посредством последовательных шагов на обуздание разработки, производства, испытания и развертывания систем ядерного оружия, их сокращения до значительно более низких уровней с конечной надеждой на их уничтожение.

Чтобы избежать войн и достичь значимого мира, необходимы не только силы разума, но также силы этики, морали и убежденности.

Катастрофу ядерной войны можно и должно предотвратить. Лидеры и правительства несут серьезную ответственность за достижение этой цели. Однако именно человечество в целом должно действовать, чтобы выжить. Это величайший моральный вопрос, который когда-либо вставал перед человечеством, и время не терпит.

II. В свете этой угрозы глобальной ядерной катастрофы мы заявляем:

- Ядерные средства принципиально отличны от обычных видов оружия. Они не должны рассматриваться в качестве приемлемых орудий войны. Ядерная война была бы преступлением против человечества.

- Исключительно важно, чтобы не было вооруженного конфликта между ядерными державами, поскольку это повлекло бы опасность применения ядерного оружия.

- Использование силы где-либо как метода решения международных конфликтов влечет за собой риск военной конфронтации между ядерными державами.

- Распространение ядерного оружия в другие страны серьезно увеличивает риск ядерной войны и могло бы привести к ядерному терроризму.



— Продолжающаяся гонка ядерных вооружений усиливает опасность ядерной войны. Гонка вооружений должна быть остановлена, разработка новых более разрушительных вооружений должна быть прекращена, ядерные силы должны быть сокращены с конечной целью полного ядерного разоружения. Единственной целью ядерных вооружений, пока они существуют, должно быть сдерживание ядерной войны.

III. Признавая, что чрезмерные обычные силы увеличивают недоверие и могли бы вести к конфронтации с риском ядерной войны и что все разногласия и территориальные споры следует решать путем переговоров, арбитража или другими мирными средствами, мы призываем все государства:

- никогда не применять первыми ядерное оружие;
- стремиться к прекращению военных действий немедленно при угрожающем случае любого применения ядерного оружия;
- придерживаться принципа, что сила или угроза применения силы не будут направлены против территориальной целостности или политической независимости другого государства;

- возобновить и усилить попытки достичь поддающихся контролю соглашений, направленных на обуздание гонки ядерных вооружений и сокращение числа ядерных вооружений и систем доставки. Соблюдение этих соглашений должно контролироваться наиболее эффективными техническими средствами. Политические различия или территориальные споры не должны мешать этой цели;

- найти более эффективные пути и средства для предотвращения дальнейшего распространения ядерного оружия. Ядерные державы, и особенно сверхдержавы, несут особое обязательство показать пример в сокращении вооружений и создании климата, способствующего нераспространению. Более того, долгом всех государств является предотвращение условий, при которых использование ядерной энергии в мирных целях могло бы привести к распространению ядерного оружия;

- предпринять все практические меры, которые уменьшают возможность ядерной войны из-за случайности, ошибки в расчетах или неразумных действий;

- продолжать соблюдать существующие соглашения в области контроля над вооружениями, в то же время стремиться к проведению переговоров о более широких и более эффективных соглашениях.

IV. В заключение мы взываем:

1. К государственным лидерам — проявить инициативу в поиске шагов на уменьшение риска ядерной войны, выходя за узкие рамки заботы о временном национальном преимуществе, и воздерживаться от военного конфликта как средства решения спорных вопросов.

2. К ученым — использовать свои силы для улучшения жизни человека и применить свою изобретательность для поиска средств предотвращения ядерной войны и разработки практических методов контроля над вооружением.



3. К религиозным лидерам и другим наставникам моральных принципов — решительно и настойчиво провозгласить, что на карту поставлены важнейшие вопросы человечества с тем, чтобы они были полностью поняты и осознаны общественностью.

4. Ко всем людям — вновь подтвердить крепкую веру в судьбу человечества, настаивать на том, что устранение войны является общей обязанностью, бороться с мыслью о том, что ядерный конфликт неизбежен, и неустанно прилагать усилия для обеспечения будущего грядущих поколений.

К. Комарек, Ф. Кёниг (Австрия). А. Хаксли, Г. Портер, Р. Пайерлс (Великобритания). А. Стоппани (Аргентина). Ж. Лабарб, Ж. Петерс (Бельгия). А. Балевский, Б. Динков (Болгария). К. Чагас, М. Пейксото, С. Маскарена (Бразилия). И. Сентаготаи (Венгрия). В. Сарди (Венесуэла). В. Кальвайт, С. Таннебергер (ГДР). К. Бадран (Египет). К. Менон (Индия). Б. Рифаи (Индонезия). В. Уоттс (Ирландия). Э. Мальди, Ф. Бенвенути, Э. Де-Джорджи, Р. Леви-Монтальчини, Дж. Марини-Беттоло, Дж. Монталенти, Дж. Пуппи, П. Россано (Италия). М. Лора-Гамайо (Испания). Д. Ходжкин (Пагуошский комитет). А. Бекое (Международный совет научных союзов). П. Рудомин (Мексика). М. Кази (Пакистан). Л. Сосновский, Б. Билинский (Польша). Е. Велхов, О. Быков, С. Исаев (СССР). Ф. Пресс, Т. Элоун, В. Розенблит, Ч. Таунс, В. Вайскопф, С. Кини, Т. Хесбург, Г. Хайет (США). С. Сье (Тайвань). П. Жакино, Ж. Лежен, Л. Лепренс-Ренгэ (Франция). К. Вайцзекер (ФРГ). Б. Рызавы (Чехословакия). И. Сааведра (Чили). К. Бернхард, Г. Хамбреус (Швеция). Е. Симпсон (ЮАР). И. Сироткович (Югославия). Т. Шин (Южная Корея). С. Индзима (Япония).

"Наука и жизнь", 1983, № 1. С. 16—19.

## О Б Р А Щ Е Н И Е К О В С Е М У Ч Е Н Ы М М И Р А

Мы обращаемся с этим письмом ко всем людям доброй воли, и прежде всего к ученым, поскольку никогда еще так остро не стояла задача сохранения жизни и мира на Земле. Все, кто ясно представляет себе реальность нашего времени, понимают, что означает безостановочное накопление смертоносного оружия и создание все новых, все более чудовищных средств массового уничтожения людей. Обеспечение безопасности народов лежит лишь на пути ядерного разоружения посредством серии целенаправленных соглашений, основанных на само собою разумеющемся принципе равенства и одинаковой безопасности.

Однако в своей речи 23 марта 1983 г. президент США предложил американскому народу другой выбор — создание нового гигантского комплекса противоракетного оружия, якобы сугубо оборонительного назначения, размещаемого на Земле и в космическом пространстве и обеспечивающего полную безопасность для Соединенных Штатов в случае глобального ядерного конфликта.

Основываясь на знаниях, которыми мы, как ученые, располагаем, и исходя из понимания самой природы ядерного оружия, мы со всей ответ-

ственностью заявляем, что в ядерной войне эффективных оборонительных средств нет и создание их практически невозможно.

Это наше мнение полностью согласуется с авторитетным и ответственным заявлением президентов и представителей 36 академий наук различных стран мира, подписанным, в частности, представителями Национальной академии наук США, Королевского общества Великобритании, Академии наук Франции, Академии наук СССР.

В реальности попытка создания так называемого "оборонительного оружия" против стратегических ядерных сил другой стороны, о чем заявляет президент США, неизбежно выльется в появление еще одного элемента, усиливающего американский потенциал "первого удара". Не случайно практические действия администрации США сосредоточены сейчас на форсированном развитии именно этого потенциала. Такое "оборонительное оружие" почти ничего не может дать стране, подвергшейся внезапному массированному нападению, поскольку оно явно неспособно защитить подавляющее большинство населения. Использование противоракетного оружия больше всего подходит именно для нападающей стороны, стремящейся уменьшить мощность ответного удара. Однако полностью предотвратить этот ответный удар оно тоже не может.

Таким образом, инициатива президента США, обещающего создать новое противоракетное оружие, ориентирована на явную дестабилизацию существующего стратегического баланса. Своим заявлением президент создает опаснейшую иллюзию, которая может обернуться еще более угрожающим витком гонки вооружений. Мы твердо убеждены, что этот акт приведет к резкому ослаблению международной безопасности, в том числе безопасности и самих Соединенных Штатов. Администрация США демонстрирует крайнюю безответственность в вопросе самого существования человечества.

Сегодня, когда на чаше весов истории лежит будущее наше и наших потомков, каждый ученый, руководствуясь своими знаниями и своей совестью, должен честно и четко заявить, куда должен идти мир — в направлении создания новых типов стратегического оружия, увеличивающих опасность взаимоуничтожающего конфликта, или по пути ограничения гонки вооружений и последующего разоружения. Это — исторический, нравственный долг ученых перед человечеством.

Мы со своей стороны на основе строго научного анализа всех аспектов этой проблемы твердо убеждены, что ядерное разоружение является единственным путем, на котором государства и народы могут обрести подлинную безопасность.

Подписали 244 действительных члена Академии наук СССР.

"Правда", 10 апреля 1983 г.

## **ВОЗЗВАНИЕ**

### **ВСЕСОЮЗНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УЧЕНЫХ ЗА ИЗБАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ОТ УГРОЗЫ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ, ЗА РАЗОРУЖЕНИЕ И МИР**

Мы, советские ученые, обращаемся с этим Воззванием к людям науки всего мира. Нас побуждает к этому тревожная обстановка в мире. Профессиональные знания, которыми мы обладаем, позволяют нам с полной ответственностью заявить: разрушительная сила накопленного ядерного оружия близка к критическим пределам, и она продолжает расти в результате все усиливающейся гонки вооружений.

Все жертвы и бедствия кровавых войн в истории человечества, включая и две мировые войны, померкли бы перед тем, что могло бы произойти в результате всеобщего ядерного конфликта. За всю историю войн общее количество использованных взрывчатых веществ не превысило 10 мегатонн. А сегодня в ядерных арсеналах уже накоплено оружие совокупной мощностью свыше 50 тысяч мегатонн! Но одни количественные измерения недостаточны для оценки колоссальной мощи современного оружия массового уничтожения. Речь идет об опасности качественно иной, поистине глобальной — на карту поставлено существование человеческой цивилизации и, быть может, самой жизни на Земле.

Мы твердо убеждены в том, что сохранение мира в наше время — это первая и самая настоятельная потребность человечества. Нет сегодня для народов и правительств задачи более важной и неотложной, чем устранение угрозы ядерной смерти.

Для решения этой поистине общечеловеческой задачи необходимо прежде всего глубокое осознание широчайшими народными массами, всеми людьми доброй воли характера и масштабов грозящего бедствия, ясное представление об источниках военной опасности, объединение действий всех миролюбивых сил планеты. Важная роль в этом благородном деле принадлежит ученым. Своими знаниями, опытом и авторитетом они призваны активно содействовать развертыванию борьбы народов за спасение Земли от ядерного уничтожения.

Советские ученые — всегда в первых рядах борцов за мир. С позиций активного гуманизма они раскрывают суровую правду об угрозе ядерной войны, будь то "ограниченной" или всеобщей, скоротечной или затяжной. Они решительно осуждают конкретных носителей этой угрозы — воинственные силы империализма, прежде всего США, готовые ради достижения своих гегемонистских целей ввергнуть человечество в пучину ядерной катастрофы. Люди советской науки солидарны со своими коллегами во всем мире, поднимающими голос протеста против замышляемого преступления против человечества, в защиту разума против ядерного безумия.

Советские ученые горячо поддерживают миролюбивую политику КПСС



и Советского государства, стержнем которой является конструктивная и реалистическая программа предотвращения ядерной войны. Они целиком и полностью одобряют принятие на себя Советским Союзом обязательства не применять ядерное оружие первым и обращение к другим ядерным державам последовать его примеру. Жизненно важными являются советские предложения о замораживании существующих арсеналов ядерного оружия, существенном их сокращении на основе равенства и одинаковой безопасности, продвижения к реальному разоружению вплоть до полного избавления мира от любого оружия массового уничтожения, до всеобщего и полного разоружения.

По нашему глубокому убеждению, существует прочная объективная основа, на которой можно и должно остановить гонку вооружений и повернуть ее вспять, — это сложившееся в мире военно-стратегическое равновесие. Разум диктует стремиться не к иллюзии военного превосходства, не к самоубийству путем нанесения первого ядерного удара, а к закреплению достигнутого примерного равенства и последовательному взаимному снижению его уровня. Не о защите от ядерного оружия надо думать, а об его ограничении, сокращении и ликвидации. Поэтому советские ученые поддерживают предложение Ю.В. Андропова относительно встречи с американскими учеными для обсуждения возможных последствий создания широкомасштабной системы противоракетной обороны, планируемой администрацией США. Объективный научный анализ, без сомнения, покажет бесперспективность и опасность этой новейшей американской концепции.

Угрозу нарушения сложившегося равновесия и качественный скачок в гонке вооружений со всеми непредсказуемыми последствиями для международной безопасности несет в себе запланированное развертывание в Европе американских ядерных ракет средней дальности. Пока не поздно, необходимо предотвратить такое опасное развитие событий. На женевских переговорах об ограничении ядерных вооружений в Европе можно и должно добиться справедливого соглашения, если американская сторона прислушается к требованиям народов и пересмотрит свои нереалистические предложения, блокирующие взаимоприемлемое решение проблемы, от которой во многом зависят судьбы Европы и мира в целом.

Мы верим в реальность избавления человечества от бремени вооружений. Мы убеждены, что прекращение бессмысленной растраты сил и ресурсов, перевод огромного промышленного и научно-технического потенциала на мирное производство откроют широчайшие возможности для создания материальных благ, улучшения качества жизни людей. Мы ясно представляем себе, какие благотворные результаты дало бы разоружение для очищения международной атмосферы от недоверия и страхов, для развития плодотворного международного сотрудничества и совместного решения глобальных проблем современности — для искоренения болезней и голода, для обеспечения человечества продовольствием, энергией и сырьем, для сохранения природной среды, для освоения ресурсов Мирового океана и просторов космоса.

Мы обращаемся к ученым всего мира с призывом объединить усилия, чтобы оградить общечеловеческое достояние — всеобщий мир от угрозы ядерного уничтожения. Силы мира более могущественны, чем силы войны. И если все они будут приведены в действие, они в состоянии возвести неодолимую преграду на пути агрессивных сил, обеспечить прочный мир для народов.

Коллективный разум и единая воля человечества могут и должны остановить гибельную тенденцию к усилению военной угрозы! Ядерная катастрофа может и должна быть предотвращена!

Вестник АН СССР, 1983. № 9.  
С. 123—124.

**ТЕКСТ ИТОГОВОГО ДОКУМЕНТА,  
ПРИНЯТОГО "МЕЖДУНАРОДНОЙ ВСТРЕЧЕЙ УЧЕНЫХ,  
ПОСВЯЩЕННОЙ ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ  
ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ  
ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ",  
ПРОХОДИВШЕЙ В ПАПСКОЙ АКАДЕМИИ  
В ВАТИКАНЕ 22—24 января 1984 г.**

Количество погибших непосредственно во время ядерной войны составит большую часть населения воюющих государств и явится катастрофой, беспрецедентной в истории человечества. В последующем радиоактивность, нарушения иммунной системы, болезни, полное разрушение систем здравоохранения и жизнеобеспечения будут угрожать гибелью большому числу уцелевших в этой катастрофе. Сейчас мы должны выступить с предупреждением: недавно изученное воздействие ядерной войны на климат в глобальном масштабе указывает, что долговременные последствия могут быть не менее, если не более ужасающими, чем первичные поражающие факторы.

В ядерной войне боезаряды, разорвавшиеся около поверхности земли, явились бы причиной выброса в атмосферу огромного количества пыли; те же боезаряды, разорвавшиеся над городами и лесами, вызывали бы пожары, сопровождающиеся выделением гигантского количества дыма и сажи. Состоящие из мелких частиц веществ облака распространились бы в Северном полушарии, поглощая и рассеивая солнечный свет, вызывая таким образом затемнение и охлаждение поверхности земли. Для любого числа известных сценариев ядерной войны, отличающихся по содержанию или по масштабам, результатом во всех случаях будет быстрое падение температуры над континентами значительно ниже нуля на месяцы; даже в летний период это приведет к "ядерной зиме".

Лишь недавно мы начали полностью осознавать вероятность жестоких условий одновременного холода и мрака, являющихся следствием огромного числа массовых пожаров, возникших в результате ядерных взрывов.

Ожидаемые в случае нарушения режима циркуляции атмосферы климатические изменения явятся дополнительной причиной гибели сохранившихся еще растений, животных и людей. По крайней мере в Северном полушарии сельскохозяйственному производству на год или более будет нанесен серьезный ущерб, что вызовет всемирный голод.

Расчеты показывают, что пыль и дым распространятся на тропики и большую часть Южного полушария. Таким образом, даже невоюющие страны, включая находящиеся вдалеке от района конфликта, будут испытывать его губительное воздействие. Индия, Бразилия, Нигерия или Индонезия могут быть разрушены в результате ядерной войны, несмотря на то, что на их территории не разорвется ни одна боеголовка. Более того, при ядерной атаке на города и их уничтожении в огне пожаров "ядерная зима" может возникнуть даже как результат относительно "малой" по масштабам ядерной войны, в которой будет использована лишь незначительная часть существующего в мире стратегического ядерного арсенала. Если даже — с намерением снизить до минимума указанные последствия — ядерная война начнется как "малая", она, по всей вероятности, приведет к последующему массовому использованию ядерного оружия; это было особо подчеркнуто в ранее опубликованной Папской академией наук "Декларации о предотвращении ядерной войны", принятой в сентябре 1982 г.

Несмотря на некоторые неопределенности проделанных сейчас расчетов, когда отдельные эффекты изучены еще не полностью, основные полученные результаты оказываются верными для широкого спектра предположений и для различных вариантов отличающихся по характеру и масштабам сценариев ядерной войны. Тем не менее, в связи с особой важностью сделанных выводов, совершенно необходимы дальнейшие научные исследования, включающие критическую оценку и тщательную проверку используемых методов и исходных данных.

"Ядерная зима" означает существенное усиление масштабов страданий для человечества, включая нации и регионы, не вовлеченные непосредственно в ядерную войну. Огромные потери человеческих жизней среди уцелевших после непосредственного ядерного нападения кажутся сейчас совершенно очевидными — потери в результате замерзания, голода, облучения, увечий и болезней. Следует ожидать полного уничтожения многих видов растений и животных. В случае тотальной ядерной войны существует реальная опасность уничтожения большинства этих видов. Ядерная война вызовет разрушение жизни на Земле, катастрофу, беспрецедентную в человеческой истории, и явится угрозой самому существованию человечества.

Подписали 17 ученых — представители Академий наук СССР, США, Италии, Франции, ФРГ, Швеции, Аргентины, Бразилии.

Nuclear Winter: a warning. January 23–25 1985, Pontifica Academia Scientiarum, Vatican, 1984, P. 7–8.



## ОТВЕТЫ

### АКАДЕМИКА Е.П. ВЕЛИХОВА НА ВОПРОСЫ АМЕРИКАНСКОГО ЖУРНАЛА "БЮЛЛЕТЕНЬ ОБЩЕСТВА КУСТО"

Я внимательно изучил вопросы, с которыми вы обратились ко мне. У меня была также возможность посоветоваться по этому поводу с учеными — специалистами различных областей знаний. Все это позволило сформулировать мои ответы следующим образом.

1. Каков резонанс в Вашей стране о выводах по "ядерной зиме"?

Ответ. Советские люди знают, что ядерная война была бы всеобщей катастрофой. Поэтому "ядерная зима" воспринимается как одно из проявлений этой катастрофы, что вызывает у них еще большую озабоченность и еще раз подчеркивает для всех невозможность допущения подобной катастрофы.

2. Карл Саган сказал: "Чтобы разрушить климат, достаточно сто мегатонн"; согласны ли с этим советские ученые?

Ответ. Сто мегатонн, направленные на города, могут вызвать такие пожары, что их дым ослабит солнечный свет в несколько, если не в десятки, раз. Расчеты, проведенные нашими учеными, показывают, что достаточно ослабления солнечного света, приходящего к поверхности Земли, лишь в несколько раз, чтобы в Северном полушарии летом вызвать падение температуры над континентами значительно ниже температуры заморзания воды.

3. Что чувствует средний советский гражданин по поводу угрозы ядерной войны; считает ли он, что ядерная война неизбежна?

Ответ. Советские люди знают, что правительство СССР делает все возможное для предотвращения ядерной войны. Наша страна объявила, что СССР никогда не применит первым ядерное оружие. Другие ядерные державы подобного обязательства пока не дали. Никакие, даже самые изощренные доводы против принятия такого обязательства нельзя признать убедительными, если стоять на позициях мира. На конференции по мерам укрепления доверия, безопасности и разоружению в Европе, которая сейчас проходит в Стокгольме, наша страна предложила всем странам взять на себя обязательство не применять первыми также и обычного оружия, т.е. вообще исключить военную силу как средство из арсенала современной политики. Советские люди надеются, что здравый смысл возьмет верх и на Западе, и поэтому не считают войну неизбежной.

Память о прошлом, когда во время второй мировой войны советский народ пережил исключительные страдания, а разрушения охватили значительную часть страны, заставляет нас с большей активностью относиться к опасности войны и последовательно отстаивать дело мира, как бы это ни было сложно. Вопрос не в том, чтобы выжить в ядерной войне, а в том, чтобы ее не допустить.

4. Разделяет ли Ваши взгляды сообщество советских ученых?

Ответ. Профессиональная озабоченность советских ученых четко проявилась во время Всесоюзной конференции в мае 1983 г., когда ученые всесторонне рассмотрели возможные последствия ядерной войны. Их выводы привели не только к более детальному пониманию этих вопросов специалистами различных областей знаний, но и к активному взаимодействию физиков, климатологов, медиков, экологов и других ученых. Именно такой междисциплинарный подход позволяет более полно определить масштаб последствий ядерной войны, и именно результатом такого комплексного синтеза стала та картина "ядерной зимы", которая со всей полнотой раскрывает глобальную опасность ядерного оружия для всего человечества, для всей нашей планеты и всего живого на ней.

27 января 1984 г.

### **ПОГОНЯ ЗА ИЛЛЮЗИЕЙ ЗЫБКИЕ АРГУМЕНТЫ СТОРОННИКОВ "ЗВЕЗДНЫХ ВОЙН"**

Планы администрации США по реализации так называемой "стратегической оборонной инициативы", а точнее программы создания ударного космического оружия, встречают нарастающее сопротивление в общественных и политических кругах самых различных стран. Развертывается критика этой программы и в самих США, в том числе со стороны авторитетных ученых. Противодействие планам милитаризации космоса вынуждает Вашингтон выискивать дополнительные аргументы в их оправдание, ловчить и маневрировать. При этом администрации приходится учитывать в частности, что ученые разных стран убедительно доказывают научно-техническую невозможность создания непроницаемого противоракетного щита.

Ряд исследований, в том числе американских, подтвердил вывод, сделанный советскими академиками в "Обращении ко всем ученым мира": такое якобы "оборонительное" оружие, размещенное в космосе полностью или частично, почти ничем не может помочь стране, подвергшейся массированному нападению, поскольку оно неспособно защитить подавляющее большинство населения. Использование "противоракетного щита" подходит именно для нападающей стороны, стремящейся уменьшить силу ответного удара (заметим, что полностью предотвратить ответный удар она также не может).

Вопреки этим выводам приверженцы "звездных войн" стремятся ускорить разработку космического оружия. Даже ограниченная по своим возможностям, задачам и масштабам противоракетная система с элементами космического базирования окажет-де, утверждают они, "стабилизирующее

воздействие" на стратегическую обстановку в мире. При этом в США не снимается и задача создания в более отдаленной перспективе максимально широкомасштабной системы ПРО. Первоначальная же система рассматривается там как промежуточный этап на пути к реализации всеобъемлющей.

Создание ПРО ограниченной эффективности обосновывается, в частности, необходимостью защиты США от "третьих стран", т.е. государств, которые могут стать обладателями ядерного оружия в недалеком будущем и которые могли бы, как полагает ряд западных специалистов, шантажировать своим ядерным оружием даже великие державы. Аргумент, конечно, шит белыми нитками. Поэтому выдвигается тезис и о том, что ограниченная ПРО, неспособная отразить сколько-нибудь значительный ядерный удар, все же позволяет уберечь страну от случайных, несанкционированных запусков ракетно-ядерного оружия.

Сторонники такой системы утверждают также, что она упрочит фактор сдерживания ядерной войны, повысив степень неопределенности в стратегическом планировании противника, создав "непомерно большие осложнения на пути планирования потенциальным агрессором возможного первого удара".

Кроме того, они считают желательным и технически осуществимым уже в обозримом будущем развертывание большого числа противоракетных комплексов (в том числе и в космосе) только для защиты пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, которые, по их мнению, становятся все более уязвимыми в связи с возрастанием точности и поражающей способности боеголовок МБР.

Здесь следует сразу же отметить, что любой из названных вариантов, будь он осуществлен, означал бы подрыв бессрочного советско-американского Договора об ограничении систем ПРО (1972 г.), играющего важную стабилизирующую роль в современной сложной и напряженной международной обстановке. Сохранение и неукоснительное выполнение этого договора — залог успешного продвижения к договоренностям в Женеве по ядерным и космическим вооружениям. Не случайно он является объектом яростных нападок милитаристских сил в США.

Аргументы изобретателей различных вариантов "звездных войн" не выдерживают серьезной критики. Если руководствоваться нормальной логикой, а не извращенным узкокорыстным мышлением заправил американского военно-промышленного комплекса, становится очевидным, что куда более эффективным средством ограждения государств от ядерного шантажа, а тем более от применения ядерного оружия было бы принятие всеми государствами, обладающими ядерным оружием, обязательства о неприменении такого оружия первыми, как это сделал Советский Союз, установление в отношениях между ними определенных норм, исключающих ядерный шантаж, политику силового давления, замешанную на ядерном устрашении. Разумеется, что при этом США и другие ядерные державы, следуя примеру СССР, должны на деле продемонстрировать другим государствам стремле-



ние к ограничению и сокращению своих ядерных вооружений, к чему обязывает и один из разделов Договора о нераспространении ядерного оружия.

Что касается довода о необходимости создания большой системы в космосе для защиты от случайных, несанкционированных запусков боевых ракет, на первый взгляд он может показаться кое-кому на Западе привлекательным. Однако те, кто его выдвигает, сознательно умалчивают, что уменьшить риск таких запусков можно гораздо менее технически сложными и не столь опасными мерами.

Необходимо соизмерять риск случайного, несанкционированного запуска ракет не только с военно-политическими и экономическими издержками создания широкомасштабной системы ПРО, но и с опасностью самоактивации такого ударного оружия в результате ошибки в системе обнаружения, распознавания цели или в звене управления. Расчеты ученых говорят о том, что вероятность ошибки, сбоя в работе того или иного звена управления такой противоракетной системой, какую мыслят создать пентагоновские стратеги, будет существенно выше, чем вероятность случайного запуска.

На песке построено и утверждение вашингтонской администрации о том, что система ПРО с элементами космического базирования, даже ограниченная по своим масштабам и задачам, будет иметь стабилизирующее значение за счет "повышения степени неопределенности в стратегическом планировании ядерного удара для другой стороны".

Во-первых, авторы этого тезиса игнорируют одностороннее обязательство СССР не применять ядерного оружия первым, в соответствии с которым, кстати, ставятся еще более строгие рамки в организации жесткого контроля, обеспечивающего включение несанкционированного пуска ядерного оружия. Прими США и их союзники, обладающие ядерным оружием, такое же обязательство, ситуация стала бы значительно стабильнее, безопаснее как с точки зрения снижения вероятности преднамеренного первого удара, так и случайных и несанкционированных пусков ракет.

Во-вторых, современной стратегической обстановке уже присуща значительная степень неопределенности в силу наличия ядерного оружия, никогда еще не использовавшегося в широких масштабах для ведения боевых действий. Зачем же, спрашивается, увеличивать эту неопределенность? Привносимая в стратегическое и оперативное планирование одной стороны, она неминуемо скажется и на степени неопределенности для другой, что вело бы к дестабилизации стратегической ситуации, подрыву существующего стратегического равновесия, к увеличению угрозы возникновения ядерной войны.

Одной из действительно эффективных мер по предотвращению угрозы "первого удара" было бы замораживание ядерных вооружений в количественном и качественном отношении. Оно предотвратило бы, в частности, возрастание в арсеналах сторон числа высокоточных ядерных средств, потенциально несущих угрозу такого удара (например, американские новые МБР "МХ", БРПЛ "Трайидент-2", БРСД "Першинг-2", крылатые ракеты большой дальности наземного базирования). Необходимо также

предпринять шаги по ограничению военно-морской активности, в частности авианосцев, увеличивающей стратегическую нестабильность, так же как ряд других мер, уменьшающих вероятность и возможность первого обезоруживающего удара. Как известно, соответствующие предложения выдвинуты Советским Союзом.

Наконец, если США приступят к созданию вопреки Договору 1972 г. варианта ПРО с элементами космического базирования, предназначенного якобы лишь для обеспечения выживаемости пусковых установок МБР, то другая сторона может с полным основанием рассматривать его как шаг на пути построения широкомасштабной противоракетной системы. Многокомплексная противоракетная система США для прикрытия установок МБР вне пределов, оговоренных Договором по ПРО 1972 г. и Протоколом к нему 1974 г., сама по себе являла бы дестабилизирующую систему как одно из важнейших средств материального обеспечения концепции "затяжной" и "ограниченной" ядерной войны.

Американским стратегам видится обмен ударами по пусковым шахтам МБР без нанесения ущерба промышленным объектам, административным центрам, без крупных потерь своего населения. Видится и такой сценарий, как безнаказанный первый удар по таким шахтам: мол, как-никак, а "противоракетный щит" сделает свое дело — ограничит удар возмездия. Советская военная доктрина отвергает идеи "ограниченности" ядерной войны, ведения ее "по правилам" как иллюзорные и исключительно опасные.

Однако СССР и его союзникам приходится учитывать и такого рода концепции американского военно-политического мышления, какими бы нереалистичными и авантюристичными они ни были. Любые попытки США нарушить сложившееся военное равновесие, заполучить для себя односторонние преимущества будут и впредь встречать решительное противодействие. При этом Советский Союз, естественно, имеет возможность избирать меры, наиболее отвечающие интересам его обороноспособности, исходя из общих задач социально-экономического развития страны. Одновременно, стремясь предотвратить новый тур гонки вооружений, распространение ее на космос, Советский Союз выдвигает конструктивные инициативы, настойчиво добивается в Женеве конкретных взаимоприемлемых соглашений.

Доктор исторических наук А.А. Кокошин.

Правда, 14 июня 1985 г.

## СЕКУНДЫ, КОТОРЫЕ ПОТЯЯСЛИ МИР

Хиросима. . . При этом названии наши мысли обращаются к событиям тихого летнего дня 6 августа 1945 г. Внезапная ослепительная вспышка до основания разрушила беззащитный город и оборвала жизнь более ста тысяч его жителей. Всего несколько секунд после 8 часов 15 минут утра, когда на высоте 580 метров над центром города взорвалась атомная бомба, продолжалась демонстрация чудовищных возможностей нового американского оружия. Но эти секунды перевернули наши представления о войне, судьбах человечества.

Огненный шар, казавшийся ярче десятка солнц, с температурой внутри 300 тысяч градусов, произвел невиданные доселе разрушения. Люди не могли сопоставить происшедшее ни с чем, виденным ранее. Свое впечатление потом некоторые выразили так: конец света.

Мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму, была около 13 тысяч тонн тринитротолуола (13 килотонн). По нынешним понятиям — это небольшой заряд. Сотни килотонн и мегатонны — такова мощность зарядов современных боеголовок, установленных на ракетах, самолетах, в подводных лодках. 50 тысяч мегатонн (эквивалент нескольких миллионов бомб типа той, что сброшена на Хиросиму) ядерной взрывчатки накоплено в мире. Доли этого достаточно, чтобы уничтожить многократно всю человеческую жизнь на Земле.

Ставший известным афоризм "ядерная война будет последней эпидемией в истории человечества" — констатация, основанная на объективной оценке учеными-медиками последствий термоядерной катастрофы для населения Земли. Расчеты о размахе ее последствий, произведенные советскими врачами, совпадают с данными их зарубежных коллег. Составители доклада ВОЗ "Последствия ядерной войны для служб здравоохранения" (среди них был и автор) показали: такие службы будут беспомощны оказать сколько-нибудь эффективную помощь оставшимся в живых жертвам ядерной войны. Разрушение госпиталей, запасов медикаментов — все это сделает невозможным функционирование медицинских служб. В свое время, в условиях локального ядерного удара, они оказались бессильными облегчить страдания жителей Хиросимы и Нагасаки.

Спрашивают, нужно ли снова и снова напоминать о трагическом опыте Хиросимы, воссоздавать жуткие картины гибели и страданий? Да, нужно, и не только для того, чтобы отдать дань памяти всем погибшим. Это нужно для правильной оценки грозящей всем опасности, для предотвращения повторения происшедшего 40 лет назад.

Атомная бомбардировка японских городов была жестоким и обдуманым шагом тогдашнего американского руководства, которое хотело проверить действие нового оружия и запугать Советский Союз.

Началась атомная эра. Ядерное оружие стало основным компонентом арсеналов ряда ведущих держав. И хотя оно больше нигде не применялось, опасность его использования — с умыслом, в результате случай-



ной технической неполадки или человеческой ошибки — увеличилась неизмеримо. Главное же — курс на развязывание ядерной войны стал стратегической установкой США и их союзников по НАТО.

Предотвращение возможности повторения трагедии Хиросимы и Нагасаки стоит в центре мощного общественного движения, охватившего 135 тысяч врачей из 41 страны мира. Активные участники движения "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" (ВМПЯВ), глубоко изучив все медико-биологические последствия ядерной войны, поддерживают смелую и в то же время реалистическую программу устранения ядерной угрозы. Замораживание ядерных арсеналов, последующее сокращение и ликвидация ядерного оружия, запрещение его испытаний, отказ от его применения первыми. Таков смысл призывов пяти конгрессов движения, адресованных руководителям ООН, СССР и США, других стран.

На последнем конгрессе движения, состоявшемся в Будапеште летом 1985 г., врачи уделили особое внимание проблеме прекращения испытаний ядерного оружия. Взрывы в Хиросиме и Нагасаки по существу были таким гигантским испытанием "на натуре" с трагическими последствиями. Современные испытания проводятся под землей, смысл их — качественное и количественное накопление ядерного оружия, поддержание его в боеспособности.

Конгресс в Будапеште призвал в качестве первого шага к мораторию на все ядерные взрывы до заключения договора о полном и всеобщем прекращении испытаний ядерного оружия. "Нашим медицинским рецептом" назвал эту меру сопредседатель движения американский кардиолог профессор Б. Лаун.

Чувство глубокого удовлетворения вызывает тот факт, что Советский Союз откликнулся на призывы мировой общественности и врачей объявить мораторий на ядерные взрывы. Как заявил Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев, Советский Союз в целях прекращения опасного соревнования в наращивании ядерных запасов подает добрый пример: с 6 августа 1985 г. вплоть до 1 января 1986 г. прекращает в одностороннем порядке все ядерные взрывы. В заявлении была выражена надежда, что США позитивно откликнутся на эту инициативу. Наш мораторий будет продлен, если США также будут воздерживаться от ядерных взрывов. Взаимный мораторий двух стран был бы хорошим примером для других ядерных государств.

На конгрессе в Будапеште обсуждался вопрос, как отметить годовщину атомной смерти Хиросимы. Всем национальным филиалам движения рекомендовано провести в этот день собрания, шествия, лекции. 6 августа не должно пройти незамеченным, как того хотелось бы кое-кому на Западе. День этот станет и днем активизации деятельности врачей планеты в борьбе против ядерной угрозы. Урок Хиросимы навсегда запечатлен в памяти человечества. Да будет он последним!

Академик АМН СССР Н.П. Бочков.  
Медицинская газета, 2 августа 1985 г.

## ХИРОСИМА — ВОВЕКИ И НИКОГДА!

### К ПАРЛАМЕНТАРИЯМ И НАРОДАМ МИРА

Все люди, ныне живущие на материках и островах планеты Земля, вслушайтесь, взгляните!

Часы истории отбивают круглую дату самого страшного злодеяния на свете, совершенного американской военной машиной, — 40-летие атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки. В течение секунды тысячи и тысячи человеческих жизней исчезли в бушующем пламени, став жертвой раскованной наукой гигантской энергии. Многие и поныне продолжают погибать в жутких муках, облученные смертоносной радиацией.

Прошло сорок лет. И теперь со всей очевидностью предстают перед судом времени несостоятельные аргументы, уводящие от истинных причин, спекулируя которыми тогдашнее правительство США пыталось обелить свершившийся факт бессмысленного атомного удара, массового уничтожения жителей двух густонаселенных японских городов.

К тому времени вторая мировая война практически была на исходе. Об этом знает весь мир. И потому нет и не может быть, пока существуют понятия гуманизма и человеческой совести, никакого оправдания этой преступной акции.

Взрывы американских бомб стали зловещим знаменем грядущей общемировой опасности, беспрецедентного вызова империализма, брошенного самому существованию человечества как вида, такому священному праву человека, как право на жизнь.

Прошло сорок лет с того самого дня. Сброшенные на Хиросиму и Нагасаки атомные бомбы не только обернулись неизгладимой трагедией для японского народа, но стали и трагедией универсального порядка, ввергнув современное общество в эру эскалации ядерных приготовлений и угрозы, чреватой гибельной катастрофой для жизни на Земле.

Силы реакции вознамерились уродливо исказить смысл человеческой цивилизации и свести суть национально-государственного бытия к состязанию, кто больше накопит, кто быстрее разместит все новые и новые разновидности ядерного оружия во всех возможных сферах — на земле, в воде, в воздухе.

И вот теперь, как апогей глобального злоумыслия, порожденного идеей достижения превосходства над иносоциальными структурами, прежде всего над Советским Союзом, последовательно отстаивающим идеи мира, готовятся смертоносные "звездные орудия" для размещения в космических, надмировых пространствах.

Разве такой мир, начиненный сонмом средств массового уничтожения, должны уготовить мы для будущих поколений, вступающих в активную жизнь на рубеже третьего тысячелетия нашей эры?

Разве таким самогубительным целям должен служить разум человека — этот живой сгусток вечности, дарованный нам эволюцией и историей?

Человечество живет в мире великих противоречий. Нищета и роскошь, голод и пресыщенность, безработица и непосильная эксплуатация существуют бок о бок в капиталистической зоне мира. Там люди все еще подвергаются преследованиям по расовым мотивам и мотивам несовместимости религиозных и политических убеждений, все еще применяются пытки, массовые изгнания населения с его исконных мест, наблюдается разгул государственного терроризма. . .

И над всеми этими бедами современного человечества нависает дамокловым мечом самая грозная общая беда — опасность мировой ядерной катастрофы.

Прошло сорок лет после первого применения американскими империалистами атомного оружия против людей. Нескончаемо печальная повесть Хиросимы и Нагасаки должна служить всем ныне живущим людям на материках и островах планеты Земля предупредительным сигналом, скорбным напоминанием. Она должна звучать всеобщим призывом к единению всего человеческого рода перед лицом наиглавнейшей опасности века, исходящей от ревнителей атомного шантажа, безудержного накопления и распространения ядерного потенциала.

Логика нашей действительности в том, что все народы и страны независимо от социально-политических различий и особенностей могут выжить и уверенно смотреть в будущее, только обратив свои усилия к недопущению милитаризации космоса, к ядерному разоружению, только добиваясь полного, на века, устранения ядерного оружия, а в качестве первого шага — отказа от его применения первыми, замораживания ядерных арсеналов, запрещения всех испытаний ядерного оружия. И это сегодня неперемennое условие существования противостоящих мировоззрений и культур, императив самой истории, исключающей любой иной выбор.

Сегодня, склоняя головы перед жертвами атомных бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки, мы, советские деятели культуры и науки, обращаемся ко всем работникам интеллектуального труда, ко всем народам и государствам с призывом употребить все силы и разум на обуздание ядерной угрозы.

Мы полностью разделяем глубокий гуманистический смысл слов Михаила Сергеевича Горбачева, который, напомнив о трагедии Хиросимы, сказал: "Эхо этого взрыва вызывает к совести и разуму каждого честного человека. И каждый должен спросить себя: что сделал он для того, чтобы ядерное оружие никогда не было больше пущено в ход — ни на Земле, ни в космосе, чтобы оно вообще было устранено полностью и навсегда. Спросить и сделать то, что он может, для нашего общего дома — планеты Земля".

Мы горячо поддерживаем инициативу и решение Советского Союза прекратить в одностороннем порядке любые ядерные взрывы начиная с



6 августа с.г. Если США поступят так же — это будет добрым примером и для других государств, располагающих ядерным оружием. Спасти мировую цивилизацию — высший долг всех народов.

Эта задача — по плечу человечеству. Мир не может и не должен быть жертвой слепого рока. Ядерной войны можно избежать, если люди доброй воли всех стран станут неодолимой стеной на пути поборников ядерного апокалипсиса.

Жить в мире и дружбе на Земле — это наш общий долг перед человечеством, наша ответственность перед будущими поколениями.

Мы заявляем об этом столь уверенно потому, что глубоко убеждены в готовности нашего общества бороться и следовать этому идеалу целиком и безраздельно.

Депутаты Верховного Совета СССР Ч.Т. Айтматов, А.П. Александров, В.А. Амбарцумян, Г.А. Арбатов, Н.Г. Басов, М.Л. Биешу, Ю.В. Бондарев, И.Н. Блохина, Е.П. Велихов, Р.Г. Гамзатов, А.Т. Гончар, Д.Б. Кабалевский, К.Ю. Лавров, А.А. Логунов, Г.М. Марков, Б.Е. Патон, Н.А. Пономарев, Т.Н. Хренников, И.П. Шамякин.

Правда, 3 августа 1985 г.

## ПЛАНЕТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ

Представляете наш мир без смертоносных гор крылатых ракет, ядерных бомб, многозарядных боеголовок? Наверное, нет на Земле человека, который прямо и открыто заявил бы, что нам — людям — необходимы эти опаснейшие завалы. Но нашлись силы, воспрепятствовавшие в начале 60-х годов включению в текст Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой запрета на подземные ядерные взрывы. А ведь именно эти, вроде бы незаметные, регистрируемые лишь сейсмологами испытания послужили основой для появления новых смертоносных видов оружия. Без них также невозможно поддержание боевого состояния уже имеющегося ядерного оружия.

Полный и всеобъемлющий запрет на испытания ядерного оружия давно уже превратился в главный лозунг дня. Его поддерживают все честные люди Земли. Об этом же говорил Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев в интервью агентству "Пресс траст оф Индия", предложивший от имени СССР "государствам, обладающим ядерным оружием, объявить мораторий на любые ядерные взрывы с тем, чтобы он действовал до заключения договора о полном и всеобщем запрещении испытаний ядерного оружия".

И вот наша страна сделала следующий шаг. Советский Союз в одностороннем порядке объявил мораторий на любые испытания ядерного оружия

до января 1986 г. Причем мораторий будет действовать и дальше, если Соединенные Штаты будут воздерживаться от проведения ядерных взрывов.

Инициатива нашего государства встретила самую широкую поддержку зарубежной общественности. И среди первых о ее важности для судебных планетей заявили ученые, в том числе и американские.

Мысль об ответственности ученого перед будущим давно уже обсуждается людьми науки. Достаточно вспомнить знаменитый манифест Эйнштейна — Рассела. Ведь в наше время наука превратилась не только в непосредственную производительную, но и разрушительную силу. Поэтому роль ученых в предотвращении катастрофы должна быть по крайней мере адекватна тому вкладу, который научные открытия неизбежно вносят в процесс создания новых видов вооружений.

Что мы можем сделать? Каких-нибудь сто лет назад каждый человек мог легко представить себе ужасы войны: разрушения, пожары, гибнущие люди, всадники, топчущие посевы. . . Будущая война, если она произойдет, принесет такие бедствия, что объять их человеческий разум просто не в состоянии. Неподготовленный человек не может, например, по-настоящему представить себе такое явление, как "ядерная зима" — резкое снижение в результате современной войны температуры на поверхности суши (до 40 градусов ниже нормы), — и уничтожение вследствие этого большей части растительного и животного мира. В получении и разъяснении точно выверенных оценок и разоблачении абсолютно необоснованных, но очень опасных для мира утверждений о возможности создания мифического "противоракетного щита" в космосе — во всем этом на помощь человечеству должны прийти фундаментальные знания, основанные на последних достижениях естественных наук и современной техники.

Именно в этом направлении развивается деятельность Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы. Подобная же работа проводится и во многих зарубежных странах. Недавно в гостях у советских ученых побывала "Майнцская группа" из ФРГ, объединяющая представителей различных отраслей науки, активно выступающих против американских планов "звездных войн", делегация общественной организации из США "Мир без войн". Назову также имена видных американских ученых, проделавших большую работу для предотвращения сползания к новому раунду "холодной войны" в советско-американских отношениях, для развития контактов с учеными нашей страны: В. Пановски, П. Доти, Дж. Холдрен, Ф. фон Хиппел и другие.

Ученые мира объединяют свои усилия для того, чтобы внуки и дети наши жили под безоблачным мирным небом. Самого пристального внимания заслуживают, в частности, предложения ученых, направленные на уничтожение имеющихся запасов ядерного оружия. Ведь важнейшие компоненты этих вооружений — обогащенный уран и плутоний — с успехом могли бы служить топливом для атомных электростанций.

Прекращение или хотя бы ослабление безумной гонки вооружений от-

вечает чаяниям всех народов. Не говоря о существенном ослаблении огромной опасности, нависшей над человечеством, это принесет колоссальный экономический выигрыш. Человечество должно жить не под черным и холодным небом "ядерной зимы", а под голубым мирным сводом.

Академик В.И. Гольданский.

Советская Россия, 11 августа 1985 г.

## С НАУЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ

В дискуссии, развернувшейся в мире вокруг так называемой "стратегической оборонной инициативы" американской администрации, свое веское суждение высказывают широкие круги научной общественности США. Может показаться парадоксальным, почему ученые и инженеры, всю свою творческую жизнь привыкшие решать научно-технические проблемы, в том числе и военного характера, сейчас говорят твердое "нет" новому технологическому витку в производстве вооружений. Вместо него они выдвигают, как единственно разумное, — политическое решение, призванное устранить нависшую над человечеством ядерную катастрофу. И нет ли в том иронии, что именно деятели администрации США выступают за "технологическое" решение, которое должно-де сделать ядерное оружие "устаревшим и бессильным", в то время как ученые "не понимают" "гуманности" этого призыва проповедников "звездных войн"?

Позиция ученых США против СОИ подготовлена серьезными исследованиями, анализами и является результатом коллективных усилий многих выдающихся деятелей науки, общественных организаций, опирающихся на академические круги и представляющих цвет американской науки. Суть их умозаключений можно свести к сжатой формуле: многотысячелетняя эскалация соперничества между оружием нападения и защиты — "мечом" и "щитом" — кстати, всегда развивающаяся в пользу "меча", с изобретением ядерного оружия дошла до роковой черты. Теперь "щит", даже если он был бы способен отразить 99 процентов ударов из накопленного ядерного арсенала, бессмыслен. Оставшийся один процент достаточен для того, чтобы парализовать нашу цивилизацию. В то же время объективный научно-технический анализ перспективы дальнейшего "соревнования" средств нападения и защиты в ядерный век показывает, что возможности совершенствования наступательных вооружений существенно превосходят резервы обороны. А это значит, что не может быть и речи даже о 90 процентах отраженных ракет.

Органическая взаимосвязь между наступательными и оборонительными стратегическими вооружениями была признана Советским Союзом и Соединенными Штатами при подписании Договора по ПРО. Была подтверждена опасность эскалации соревнования средств нападения и обороны, неизбежно приводящая к росту уровня ядерного противостояния. Наши американские коллеги, как и советские ученые, убедительно доказывают,



что никакие новые конкретные научно-технические достижения не меняют и не могут изменить динамики соревнования "меча" и "щита".

Обеспокоенные ученые не прекращают своей активной деятельности в защиту мира. И новая "гибридная" стратегия США, в которой предлагается гибко сочетать СОИ с "ядерным устрашением", была подвергнута глубокому научному анализу. И в этом случае ученые доказали ее врожденную стратегическую нестабильность, ибо так называемый "оборонительный космический заслон" может быть превращен в ударный, который для начала первым ударом выводит из строя своего "близнеца" в противоположном лагере (затратив при этом лишь незначительную долю своего боевого потенциала).

Таким образом, с какой стороны ни подойти к планам милитаризации космоса, научный анализ убедительно выявляет их неприемлемость, если говорить о мирном развитии человеческой цивилизации.

Насколько известно, уже многие представители американского научного мира, в том числе крупные физики, подписали петицию протеста против программы создания ПРО с элементами космического базирования. У меня и моих коллег вызывают большое уважение мужество и последовательность, с которыми американские ученые отстаивают свои научные выводы и убеждения, неприемлющие программу "звездных войн".

Действительно, у наших стран и народов, у всех людей на Земле есть лучшая перспектива: предотвратить гонку вооружений в космосе и прекратить ее на Земле, обеспечить надежный мир, применить объединенные научные силы для решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством. Мы — именно за такой поворот международных дел. И хотелось бы, чтобы научные аргументы в пользу мира и только мира, высказываемые и в США, и в других странах, были тщательно взвешены и учтены.

Академик Р.З. Сагдеев

Правда, 2 ноября 1985 г.

## **НАРОДЫ МИРА ЖДУТ ОТВЕТА**

### **ОБРАЩЕНИЕ КОМИТЕТА СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ В ЗАЩИТУ МИРА, ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ К АМЕРИКАНСКИМ УЧЕНЫМ В СВЯЗИ С ИСТЕЧЕНИЕМ СРОКА МОРАТОРИЯ, ОБЪЯВЛЕННОГО СОВЕТСКИМ СОЮЗОМ НА ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ**

Мы обращаемся к вам, американским ученым, в первую очередь руководителям и работникам крупных лабораторий, с тем, чтобы вы осознали свою ответственность при продолжении поиска новых средств поражения. Сегодня же мы слышим об опытах, могущих привести к созданию пучкового оружия, накачиваемого ядерным взрывом, о включении его в программу СОИ, несмотря на заверения о том, что эта якобы оборон-

ная система должна осуществляться неядерными средствами. Так создаются предпосылки к дестабилизации стратегического паритета, к прямому нарушению важных международных договоров, ограничивающих в настоящее время гонку вооружений.

Противники прекращения ядерных испытаний выдвигают и доводы о проверке. Хорошо известно, что за последние годы развитие сейсмометрии снизило порог обнаружения ядерного взрыва даже национальными средствами до одной килотонны. Последние же советские предложения об инспекции на местах не оставляют никаких сомнений в осуществимости контроля, с какими бы надуманными требованиями к нему ни подходили.

На женовской встрече было заявлено о том, что обе стороны не ищут стратегического превосходства. Действительно, развитие ядерного оружия происходит более 40 лет, накопленные в этой области знания и опыт так же превосходят разумные пределы, как и сами запасы оружия. Пора понять, что не новые изобретения все нового оружия ведут к безопасности и обеспечению мира. Дело не в техническом, а в политическом решении. Именно поэтому человечество ждет самоограничения со стороны ядерных держав, и в первую очередь СССР и США.

Мы обращаемся к президенту Рейгану, к правительству США. Сегодня народы мира, советский народ ожидают простого и ясного ответа от американской стороны на советскую инициативу о прекращении испытаний.

Правда, 24 декабря 1985 г.

## **ЗА МИРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ**

За сотрудничество между СССР и США в области мирного исследования космоса, в частности при организации в будущем совместного полета на Марс, выступил видный американский ученый-астроном, профессор Корнельского университета Карл Саган.

Совместная советско-американская космическая экспедиция на Марс, пишет он в журнале "Пэйридж", послужила бы не только интересам науки, но и расширению и укреплению мирного сотрудничества между СССР и США. Успех такой экспедиции поразил бы воображение людей во всем мире и заложил бы фундамент для крупного прогресса в истории человечества — создания в конечном счете поселений на другой планете, подчеркивает Саган. Мы получили бы возможность лучше понять прошлое и будущее как этой планеты, так и Земли.

Первое путешествие жителей нашей планеты на Марс стало бы важнейшим шагом в превращении нас в межпланетную цивилизацию — шагом, имеющим историческое значение. Советско-американская космическая экспедиция открыла бы путь к осуществлению совместных программ и

на Земле, использованию достижений в аэрокосмической области, электронике, ракетостроении и ядерной технологии в мирных целях.

Полет управляемого космического корабля на Марс технически возможен, пишет американский астроном, хотя может показаться дорогостоящим. Однако в действительности такая экспедиция обошлась бы намного дешевле, чем программа "звездных войн", и ненамного дороже крупной системы стратегического оружия. В случае совместной экспедиции ее стоимость для каждой из стран была бы еще меньше.

Десятилетия назад, пишет К. Саган, Марс манил к себе советского ученого Константина Циолковского и его американского коллегу Роберта Годдарда. Ракеты, которые они изобрели, предназначались не для уничтожения жизни на Земле, а для того, чтобы перенести нас на другие планеты и звезды. Не имеют ли две главные космические державы, задается вопросом автор, каких-то особых обязательств перед человечеством, чтобы использовать технологию производства ядерных вооружений во имя добра, для освоения космоса?

Обе наши страны, подчеркивает ученый, могут действовать вместе во имя общих интересов, как это было в годы второй мировой войны, когда мы сражались против общего врага, и как это было в июле 1975 г., когда в космосе произошла стыковка американского корабля "Аполлон" и советского корабля "Союз".

"Правда" обратилась к директору Института космических исследований АН СССР академику Р. З. Сагдееву с просьбой прокомментировать публикацию в журнале "Пэрейд". Вот что он сказал:

— Советские ученые хорошо знают Карла Сагана. Он не только видный планетолог (достаточно упомянуть, что К. Саган был научным руководителем проекта "Викинг"), но и крупный общественный деятель, которого глубоко волнуют пути развития человеческого общества, проблемы непредсказуемых последствий ядерной катастрофы (К. Саган одним из первых обратил внимание на феномен "ядерной зимы") и опасность гонки вооружений в космосе.

Программе "звездных войн" К. Саган выдвигает альтернативу мирного сотрудничества в космосе путем объединения международных усилий во имя решения важнейших задач, стоящих перед человечеством. А таких задач еще много.

Достаточно вспомнить засуху, поразившую Африку, чтобы осознать, насколько человек порой еще беспомощен перед необузданными силами природы. Конечно, соответствующие космические программы не помогут, например, сразу повысить урожайность, но на их основе можно провести тщательное глобальное изучение климата и понять те механизмы, воздействуя на которые человек в состоянии будет управлять погодой в любой точке земного шара.

Можно назвать еще несколько подобных масштабных проектов, которые связаны либо с освоением богатств Мирового океана, либо с более



полным использованием земных богатств на базе исследований, проведенных в космическом пространстве. Глобальность таких проблем, когда необходим охват всей поверхности нашей планеты, делает необходимым и вовлечение в их решение всех народов, всех стран.

На базе самого широкого международного сотрудничества расширится и углубится фронт использования космической техники в мирных целях. Космическая связь, космическая навигация смогут развиваться в такой степени, что станет возможно говорить о глобальной связи и глобальной навигации (как судов, так и самолетов по всему земному шару).

Человек, к сожалению, изрядно подпортил биосферу Земли. С помощью широкого космического патрулирования и специальных мер на суше и в океане человечество еще может поправить свои промахи, чтобы потомки из третьего тысячелетия не корили своих предков.

Как предсказывал К.Э. Циолковский, "человечество вечно не останется на Земле, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство". Уже сейчас шесть планет Солнечной системы подверглись более или менее детальному анализу космическими аппаратами. Проясняются (во многом силами советских ученых) секреты Венеры, перестали быть недоступной загадкой такие планеты-гиганты, как Юпитер, Сатурн и совсем недавно Уран. Но все же в сознании человечества особое место занимает Марс. Если Венера — это "двойник" Земли всего лишь по размерам (но условия на Венере совсем не похожи на земные), то Марс всегда был в умах людей тем местом, где еще возможна жизнь за пределами Земли (или была возможна в прошлом). Чтобы подтвердить эту притягательную гипотезу или окончательно опровергнуть ее, недостаточно одного полета "Викингов", Марс нуждается в детальной программе научных исследований, проводимых на его поверхности и в его недрах.

В этой связи интересны проведенные нашими американскими коллегами проработки по осуществлению пилотируемой экспедиции на Марс. Кстати сказать, стоимость осуществления такого проекта, по оценкам, вдвое меньше планируемых до 1993 г. затрат на программу СОИ.

Реальным результатом реализации такого проекта будут не только важные фундаментальные научные результаты по исследованию ближайшей к нам планеты, но и выдающееся продвижение вперед в технологической области, которое найдет широкое применение на Земле.

Конечно, пилотируемые экспедиции на Марс — проект не сегодняшнего и даже не завтрашнего дня. Перед полетом человека необходимо проведение экспедиций на автоматических космических аппаратах с целью отработки технических решений обеспечения надежности. Причем на первом этапе исследования с помощью беспилотных космических аппаратов могут дать не меньше, а, может быть, даже и больше научных результатов.

Наш опыт подготовки проектов по исследованию дальнего космоса показывает, что реализация таких грандиозных проектов, как экспедиция

на Марс, невозможна без международного сотрудничества. Через месяц наступит кульминационный момент экспедиции космических аппаратов "Вега" по исследованию кометы Галлея. Подготовка и проведение этого проекта объединила усилия ученых десяти стран.

Сейчас готовится следующий проект по исследованию объектов дальнего космоса — "Фобос". Этот проект, планируемый на 1988—1989 гг., направлен на изучение Марса, его спутника Фобоса, Солнца, межпланетного пространства и готовится учеными и специалистами 11 стран, а также Европейского космического агентства.

Правда, 6 февраля 1986 г.

## **ОБРАЩЕНИЕ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ К АМЕРИКАНСКИМ УЧЕНЫМ**

Уважаемые коллеги!

Мы, советские ученые, обращаемся к вам с настоятельным призывом внести реальный вклад в дело поэтапного избавления человечества от ядерного оружия и другого оружия массового уничтожения, конкретная программа полной ликвидации которого до 2000 г. подробно изложена в Заявлении М.С. Горбачева от 15 января 1986 г.

Нам, ученым, может быть, лучше, чем людям других профессий, понятно, чем чревато накопление ядерного оружия. На каждом новом витке гонки вооружений военно-стратегический баланс и международная ситуация в целом становятся все менее стабильными, увеличивается опасность случайного возникновения ядерной войны. Поэтому мы приветствуем заявление советского и американского руководителей в Женеве о том, что ядерная война никогда не должна быть развязана, в ней не может быть победителей, а между СССР и США должна быть предотвращена любая война — ядерная или обычная.

Мы считаем, что проблема спасения человеческой цивилизации и самого человечества от уничтожения — это центральная ось общих интересов стран, независимо от их идеологии и общественно-политического строя. Разоружение, укрепление стратегической стабильности, предотвращение международных конфликтов и кризисов — это общая и совместная задача. Именно таким совместным делом должна и может стать поэтапная реализация программы полной и повсеместной ликвидации до конца нынешнего столетия ядерного оружия и другого оружия массового уничтожения, последовательного снижения уровня военного противостояния.

Ядерное разоружение является стержнем новой советской программы. Вместе с тем в ней предлагается ликвидировать не только ядерные, но и другие средства массового уничтожения и предотвратить появление новых. Особое значение при этом имеют предложения по ликвидации такого варварского оружия, как химическое, а также запрет на создание неядерных

средств, основанных на новых физических принципах, которые по своим поражающим способностям приближаются к ядерным или другим средствам массового уничтожения. Предлагается также сократить обычные вооружения и вооруженные силы, принять согласованные меры по укреплению доверия, обеспечить надежную безопасность в Европе, Азии и других районах мира, выделить за счет разоружения значительные средства для улучшения условий жизни людей.

Обращаем также ваше внимание, уважаемые коллеги, на то, что советское руководство приняло решение о продлении на три месяца одностороннего моратория СССР на любые ядерные взрывы. Важно, чтобы все остальные ядерные державы, в первую очередь США, присоединились к этому мораторию, чтобы было заключено соглашение о всеобщем и полном запрещении испытаний ядерного оружия. Прекращение испытаний приостановило бы процесс совершенствования ядерного оружия.

Мы считаем, что программа избавления от ядерного оружия практически осуществима только при условии запрещения любых видов космического оружия.

Важным условием избавления от ядерного оружия, как подчеркивается в Заявлении М.С. Горбачева, является осуществление широкомасштабных мер эффективного контроля за ограничением, сокращением и ликвидацией вооружений. Конкретные соглашения по разоружению должны контролироваться как национальными техническими средствами, так и проверкой на местах, в том числе с использованием международных процедур.

Необходимы и безотлагательны объединенные усилия всех народов, их научно-технического потенциала для искоренения голода, нищеты, болезней, сохранения окружающей среды, обеспечения промышленности энергией и сырьем. Человечество стоит и на пороге гигантских шагов в освоении космоса, которое нуждается в широкомасштабном международном сотрудничестве. Впереди еще более интенсивное использование околоземного пространства для нужд экономического развития и науки, исследование планет Солнечной системы и многое другое. Но эти возможности могут быть реализованы лишь в отсутствие любого оружия в космосе, какие бы функции для него при этом ни декларировались.

Немалая роль в коренном улучшении мировой обстановки, в решении основных вопросов современности, от которых зависит ядерное разоружение, принадлежит людям науки. Их знания и опыт, преданность гуманистическим идеалам должны всемерно помогать переходу к миру без ядерного оружия в сравнительно сжатые, но реальные исторические сроки.

Мы призываем вас, уважаемые американские коллеги, к сотрудничеству на благородном поприще защиты священного права человека — права на жизнь. Открывается путь к освобождению человечества от бремени оружия массового уничтожения, от страха перед ядерной катастрофой. Нравственный долг ученых заставляет их честно и четко заявить, куда



должен идти мир — в направлении создания все новых видов смертельного оружия, увеличивающих опасность взаимоуничтожающего конфликта, или же по пути ограничения гонки вооружений и последующего разоружения, к созданию новой системы безопасности, прочного мира и широкого международного сотрудничества на благо человечества.

Академия наук СССР  
Комитет советских ученых в защиту мира,  
против ядерной угрозы

Научный совет по исследованию проблем мира и разоружения

Правда, 8 февраля 1986 г.

**ОБРАЩЕНИЕ ДЕЛЕГАТОВ VI КОНГРЕССА ДВИЖЕНИЯ  
"ВРАЧИ МИРА ЗА ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ"  
К ГЕНЕРАЛЬНОМУ СЕКРЕТАРЮ  
ЦК КПСС М.С. ГОРБАЧЕВУ  
И ПРЕЗИДЕНТУ США Р. РЕЙГАНУ**

Врачи дают древнюю клятву охранять жизнь и здоровье людей. Эта священная обязанность побуждает нас вместе с коллегами, придерживающимися различных политических и религиозных убеждений, представляющих разные культуры, предупредить человечество о растущей ядерной опасности. За шесть лет своего существования движение "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" донесло до сознания миллионов людей основные истины атомного века:

- ядерные бомбы — не оружие, они — орудие геноцида,
- обладать ими — не значит обладать военной мощью,
- их накопление не гарантирует превосходства,
- их применение будет означать геноцид для их жертв и самоубийство для агрессоров,
- медицина не сможет ничего сделать для миллионов пораженных и пострадавших в ядерной войне и даже не сможет облегчить страдания в их предсмертной агонии,
- от ядерной войны негде будет укрыться — всю землю окутает мрак и холод.

Знание этих суровых факторов не затормозило накопление средств многократного уничтожения.

Повсюду в мире безопасность становится все меньше, а платят за нее все более дорогой ценой. В то время как социальные задачи и задачи здравоохранения остаются нерешенными, драгоценные ресурсы отвлекаются на наращивание военных arsenалов. Голод распространяется повсюду, и каждый день более 40 тыс. детей умирают из-за нехватки пищи, дешевых вакцин и чистой питьевой воды.

Врачи не отчаиваются, сталкиваясь с тяжелой болезнью. Мы считаем, что лучше зажечь свечу, чем негодовать во тьме. Мы предложили рецепт — прекращение всех ядерных испытаний, что станет началом пути от края пропасти. Мораторий на ядерные взрывы обуздывает движущую силу гонки вооружений, воспрепятствует созданию все более изощренного, точного, компактного и дестабилизирующего и все менее поддающегося контролю оружия первого удара. Для такого прекращения испытаний не нужно ждать улучшения отношений между вашими странами: достижения сейсмологии позволяют теперь обеспечивать контроль за ее соблюдением, не полагаясь на одно доверие.

Всемирная кампания, развернутая нами во имя осуществления этого рецепта, приносит свои плоды. Прекращение Советским Союзом ядерных взрывов, начиная с Дня Хиросимы в 1985 году, является мирной инициативой исторического значения. Свидетельством поддержки моратория стали резолюции, принятые обеими палатами конгресса Соединенных Штатов Америки, с настоятельным призывом к правительству страны вести переговоры о запрещении испытаний. Еще одним позитивным фактом являются энергичные действия в поддержку моратория на испытания со стороны глав шести государств, выступивших с мирной инициативой пяти континентов и предложивших свои услуги в деле контроля за его соблюдением. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций подавляющим большинством голосов высказалась за превращение договора 1963 года о частичном запрещении испытаний во всеобъемлющий договор о полном запрещении всех ядерных взрывов.

Прекращение всех ядерных взрывов способствовало бы укреплению доверия между вашими правительствами. Эта мера встречает в мире широкое понимание и поддержку рядовых граждан, которым ясно, что в ядерный век обеспечение всеобщей безопасности через разоружение и ликвидацию ядерных вооружений является единственной гарантией мира и сохранения жизни.

Поэтому мы настоятельно призываем предпринять следующие шаги:

- Соединенным Штатам следует присоединиться к объявленному Советским Союзом мораторию на все ядерные взрывы;
- соблюдать взаимный мораторий до успешного завершения переговоров о заключении договора о всеобъемлющем запрещении испытаний;
- начать немедленно и вести без задержек переговоры о запрещении испытаний.

Ваши правительства, представляющие две могущественнейшие страны мира, несут особую ответственность перед всем человечеством в деле запрещения ядерных испытаний — первого шага на пути к устранению ядерного оружия из военных arsenалов.

Чтобы дать конкретное выражение вашей ответственности перед будущими поколениями и оградить здоровье нынешних поколений, и прежде всего детей, мы также призываем вас:

- гарантировать выделение ресурсов для иммунизации всех детей на

планете к 1990 году, что является целью Всемирной организации здравоохранения и Детского фонда ООН;

— выделить часть средств, высвобождаемых в процессе разоружения, на программы здравоохранения в интересах детей в развивающихся странах;

— исключить создание космических вооружений и вместо этого вкладывать средства в медицинскую космическую программу связи, чтобы сделать достижения медицины доступными для всего человечества.

Вашим двум странам эти меры вполне по плечу. В Международный год мира вы можете продемонстрировать, что наука и идущая за ней вслед техника служат одной цели: улучшать жизнь на Земле, а не грозить ей уничтожением. Трагедии Чернобыля и космического корабля "Челленджер" напоминают нам о том, насколько хрупкими являются и человек и любая техника, в том числе системы управления оружием, которое угрожает самой жизни.

Человечество получило новое предупреждение; как сказал в свое время Альберт Эйнштейн, "чтобы человечество могло уцелеть, нам необходимо совершенное мышление".

Мы, врачи, не теряем веры в то, что разум восторжествует. Мы просим вас воспользоваться шансом и делами подкрепить ваши слова о стремлении к миру.

С уважением,

члены Международного совета и делегаты VI конгресса движения "Врачи мира за предотвращение ядерной войны"

Кёльн, 29 мая 1986 г.

## **МЕДИЦИНСКИЙ РЕЦЕПТ МЕЖДУНАРОДНОГО ДВИЖЕНИЯ "ВРАЧИ МИРА ЗА ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ"\***

— Гонка ядерных вооружений угрожает здоровью и самому существованию каждого человека на планете. Поскольку медицина не может эффективно справиться с чудовищными последствиями ядерной войны, врачи всего мира заявляют о том, что они несут профессиональную ответственность в деле предотвращения этой последней эпидемии.

— Перед лицом болезни, угрожающей жизни, ответственность врача не кончается постановкой диагноза. Она требует рецепта, позволяющего прервать сам ход болезни. 1 июля 1985 г. "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" выступили с медицинским рецептом, позволяющим покончить с величайшей угрозой здоровью человека. Они настоятельно призвали

---

\*Лауреат Нобелевской премии мира за 1985 год.



немедленно объявить мораторий на все ядерные взрывы в качестве первого необходимого шага на пути к обращению вспять гонки ядерных вооружений.

— "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" вновь выступают с этим медицинским рецептом до следующего конгресса в 1987 г. и призывают правительства США и всех других ядерных держав присоединиться к СССР и объявить мораторий на испытания, который будет действовать до успешного завершения переговоров и подписания договора о запрещении всех испытаний.

— Положительные стороны этого медицинского рецепта предотвращения ядерной войны очевидны:

1. Запрет на ядерные взрывы станет главным фактором в деле объединения мирового общественного мнения вокруг одного важного, легко осуществимого предложения по ограничению вооружений, таким образом это позволит обойти парализующие сложности, связанные с осуществлением большинства других предложений.

2. Запрет на ядерные взрывы поддается проверке. Как США, так и СССР уже согласились с проведением проверок на местах. Даже при их отсутствии современная сейсмология позволяет отличать землетрясения от подземных взрывов такой малой мощности, как одна килотонна. В этом вопросе доверие уже не является проблемой.

3. Запрет на ядерные взрывы станет тормозом в деле создания ядерных вооружений новых поколений, включая сюда как оружие космического базирования (которое может быть применено как оружие первого удара), так и ядерные боеприпасы настолько малые и мобильные, что это сделает невозможным проверку соблюдения будущих соглашений по ограничению вооружений.

4. Ведущие ученые на Востоке и Западе заявляли, что нет необходимости в испытательных взрывах для обеспечения надежности ядерных арсеналов. Фактически в этих целях проводилось совсем немного испытательных ядерных взрывов.

5. Запрет на ядерные взрывы не уменьшит безопасность ни одной страны, а напротив — укрепит всеобщую безопасность.

6. Запрет на ядерные взрывы позволит укрепить режим Договора о нераспространении ядерного оружия, который ставит своей целью "добиться прекращения навечно всех испытательных взрывов и продолжить переговоры в этих целях..."

7. Запрет на ядерные взрывы даст психологический стимул и создаст политический климат, которые позволят осуществить дополнительные меры в области разоружения.

8. Предлагаемый запрет на ядерные взрывы является своего рода "лакмусовой бумажкой", позволяющей отличать политических лидеров, которые борются за прекращение гонки ядерных вооружений от тех, кто мирится с ее продолжением.

— В силу всех этих соображений Участники всемирного движения "Врачи

мира за предотвращение ядерной войны" приняли решение считать мораторий на все ядерные взрывы их медицинским рецептом и на предстоящий год.

Принято делегатами VI Конгресса движения "Врачи мира за предотвращение ядерной войны".

Кёльн, 29 мая 1986 г.

## ОБРАЩЕНИЕ К УЧЕНЫМ МИРА

Уважаемые коллеги!

Мы, участники второй Всесоюзной конференции ученых по проблемам мира и предотвращения ядерной войны, обращаемся к вам с настоятельным призывом использовать свой авторитет и знания для усиления борьбы против ядерной угрозы.

Мы глубоко убеждены в том, что в обстановке напряженного ядерного противостояния, нарастающей опасности уничтожения мировой цивилизации необходимо новое мышление в международных отношениях. Пример новаторского подхода к жизненным проблемам нашего времени показал Советский Союз, наметивший конкретные цели и направления действий во имя избавления человечества от бремени вооружений и угрозы всеуничтожающей войны. Советский Союз выдвинул историческую по своим масштабам программу полной ликвидации до конца нынешнего столетия оружия массового уничтожения и сокращения обычных вооружений и вооруженных сил, предложения о прекращении испытаний ядерного оружия, широком международном сотрудничестве в мирном исследовании и использовании космического пространства при недопущении в нем гонки вооружений, создании международного режима безопасного развития ядерной энергетики, построении всеобъемлющей системы международной безопасности, превращении мирного сосуществования в высший универсальный принцип межгосударственных отношений.

Однако правящие круги Запада продолжают проводить жесткий курс конфронтации и усиливать гонку вооружений. Такая политика с неизбежностью ведет к повышению вероятности ядерной катастрофы. Влиятельные группировки в правящих кругах Запада по-прежнему уповают на социальный реванш с помощью военного превосходства и не хотят видеть самоубийственных последствий попытки осуществить эти устремления.

Тревожная обстановка, создавшаяся сейчас в международных отношениях, требует усиления всеобщей борьбы за мир. Своею уверенностью в возможности достижения успеха в этой трудной, но необходимой борьбе мы основываем на анализе новых объективных условий, которые сложились на мировой арене. Как люди, познающие законы развития природы и общества, мы, ученые, понимаем, что чудовищная разрушительная сила

современного оружия исключает защиту с помощью даже самой мощной обороны, что невозможно выиграть не только ядерную войну, но и гонку вооружений. Обеспечение международной безопасности — задача общечеловеческая, и решить ее можно только объединенными усилиями всех — путем последовательного свертывания конфронтации, ограничения и сокращения вооружений, урегулирования региональных конфликтов, обеспечения надежной всеобщей безопасности. Важным шагом на пути ядерного разоружения явилось бы полное прекращение испытаний ядерного оружия.

Реальное разоружение и прочный мир откроют широкий простор для объединения усилий государств и народов во имя созидания. Возможно и необходимо всемерное развитие международного сотрудничества во всех областях конструктивной деятельности — от исследования высот до освоения глубин Мирового океана, от охраны окружающей среды до использования энергии мирного атома, от ликвидации голода до искоренения болезней.

Вот путь, достойный человечества на рубеже третьего тысячелетия! Сделаем же все от нас зависящее для того, чтобы как можно быстрее началось движение по этому пути — единственному пути к спасению цивилизации, быть может, уникальной во всей Вселенной!

“Правда”, 30 мая 1986 г.

### **ДЕКЛАРАЦИЯ УЧАСТНИКОВ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА УЧЕНЫХ ЗА ЗАПРЕЩЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ**

Собравшись в Москве на международном форуме ученых за запрещение ядерных испытаний, мы имели возможность неформально обсудить насущные проблемы наших дней: гонку ядерных вооружений и совершенствование новых видов ядерного оружия, приводящие к снижению ядерной стабильности.

В ходе открытой дискуссии ученые различных областей знаний смогли высказать свои соображения о серьезных проблемах ядерного оружия и о практических шагах по оздоровлению ситуации.

Мы стоим перед лицом простой и беспощадной реальности: человеческая цивилизация не переживет ядерной войны. Самые совершенные технологические системы могут дать неожиданные и катастрофические сбои. Недавно трагические события с “Чэлленджером” и в Чернобыле убедительно подчеркнули это.

Для уменьшения риска ядерной войны нужны активные меры. Мы убеждены, что первым шагом на этом пути могло бы стать поддающееся проверке полное запрещение ядерных испытаний. Поскольку целью испытаний является разработка новых систем оружия, такое запрещение явилось бы тормозом для гонки ядерных вооружений. В перспективе полное,



поддающееся проверке запрещение испытаний явилось бы шагом к уничтожению всех ядерных арсеналов. Это означало бы решительный поворот к доверию, торжеству здравого смысла, открытому международному общению.

Для достижения этой цели необходимо новое мышление. Односторонний мораторий Советского Союза на ядерные испытания является важнейшим проявлением этого нового мышления, открывающим уникальные возможности для полного запрещения ядерных испытаний. Мы надеемся, что США со своей стороны примут такое же решение о моратории. Мы надеемся, что Советское правительство сочтет возможным продлить мораторий. Мы также надеемся, что к этому мораторию, так же как и к другим инициативам, направленным на уменьшение риска ядерной войны, присоединятся все державы во всех регионах мира.

Что касается проблемы контроля за полным запрещением ядерных испытаний, мы убеждены, что новейшие достижения в области сейсмологии в сочетании с соответствующими совместно соблюдаемыми международными процедурами, включая инспекцию на местах, обеспечат высокую степень уверенности, что ядерные испытания более не проводятся. Эта уверенность еще более укрепитя, если международное научное сотрудничество получит дальнейшее развитие.

Наш форум приветствует соглашение между Академией наук СССР и Комитетом по защите природных ресурсов США, согласно которому американскими и советскими учеными было установлено сейсмическое оборудование на территории СССР близ полигона в районе Семипалатинска. Эта инициатива ясно показала возможность совместного контроля за полным запрещением ядерных испытаний. Мы призываем к дальнейшим совместным инициативам с привлечением других участников.

Мы обращаемся к руководителям всех ядерных держав и в особенности СССР и США с призывом достичь соглашения о запрещении всяких ядерных испытаний.

Мы просим также генерального секретаря ООН г-на Переса де Куэльяра использовать свой высокий авторитет для содействия решению этой задачи, которую форум считает исключительно важной для всех стран мира.

Мы убеждены, что безопасность всего человечества, так же как и непосредственная безопасность и Советского Союза, и США, существенно укрепились бы в случае полного запрещения ядерных испытаний. Мы также надеемся, что в перспективе полное, поддающееся проверке запрещение ядерных испытаний могло бы привести к полному уничтожению ядерных вооружений и других средств массового уничтожения.

“Правда”, 16 июля 1986 г.

## ОБРАЩЕНИЕ

### УЧАСТНИКОВ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА УЧЕНЫХ "НАУКА, ТЕХНИКА И МИР"

#### К ГЛАВАМ ГОСУДАРСТВ И ПРАВИТЕЛЬСТВ

Мы — участники международного форума ученых "Наука, техника и мир" из 54 стран выражаем глубокую озабоченность существующей напряженностью в международных отношениях, продолжающимся ускорением гонки вооружений, в первую очередь ядерных, опасностью перенесения ее в космическое пространство.

Всемирная федерация научных работников, другие организации и движения ученых, специалисты различных областей науки и техники высказываются в пользу срочных конкретных мер для обуздания гонки вооружений, за полную и повсеместную ликвидацию ядерного, химического и других видов оружия массового уничтожения, за недопущение гонки вооружений в космосе, против милитаризации науки.

Сейчас особенно важно, чтобы руководители всех государств, прежде всего ядерных, проявили политическую волю, конструктивный подход и настойчивость с целью переломить опасный ход событий, остановить безумное сползание к ядерной катастрофе.

Мы твердо убеждены, что прекращение и полное запрещение ядерных испытаний является важным на пути к ядерному разоружению. Высоко оценивая односторонний мораторий Советского Союза на ядерные испытания, мы призываем администрацию США незамедлительно присоединиться к нему, приступить к переговорам о полном запрещении ядерных взрывов. Одновременно мы обращаемся с призывом к руководителям всех государств, обладающих ядерным оружием, не проводить ядерные испытания, способствовать скорейшему достижению соглашения об их всеобщем запрещении при самом строгом и широком контроле, эффективность которого вполне может быть обеспечена современными техническими средствами и инспекцией на местах.

Такой акт доброй воли и государственной мудрости способствовал бы росту доверия, развитию международного сотрудничества, гуманному использованию достижений науки и техники и, в перспективе, реализации мечты человечества о мире без войны и оружия. Мы призываем глав государств и правительств, генерального секретаря ООН г-на Переса де Куэльяра предпринять энергичные шаги для решения этой общечеловеческой задачи.

Одновременно мы поддерживаем идею объединения усилий и научно-технического потенциала всех стран для мирного использования космоса, решения глобальных проблем человечества.

Мы глубоко убеждены, что достижения науки и техники должны служить благу людей, миру и прогрессу, а не созданию новых и новых средств разрушения и уничтожения.

## **ВРЕМЯ НАДЕЖД И РЕШЕНИЙ**

**АКАДЕМИК Е.П. ВЕЛИХОВ  
ОТВЕЧАЕТ НА ВОПРОСЫ  
КОРРЕСПОНДЕНТА "ПРАВДЫ"**

— Международную встречу ученых за прекращение ядерных испытаний, которая недавно состоялась в Москве, теперь многие наши читатели называют "форумом надежды". Как вы оцениваете ее результаты?

— Значение ее очень большое. Во время беседы с участниками форума М.С. Горбачев высоко оценил работу, сделанную представителями науки многих стран планеты.

Свыше сорока лет человечество носит в себе зародыш собственного уничтожения — ядерное оружие, и уже более трех десятилетий ведутся переговоры по прекращению ядерных взрывов и испытаний ядерного оружия. Заключение такого договора — важнейший шаг к выживанию, но, к сожалению, нынешняя администрация США прекратила переговоры.

Как известно, в 1963 году был заключен Договор о запрещении ядерных испытаний в трех средах, а затем договоры о пределе ядерных испытаний и о ядерных взрывах в мирных целях. И хотя последние не были ратифицированы США, тем не менее эти шаги привели к положительным результатам.

За минувшие 23 года была заключена целая серия важных соглашений, и прежде всего, Договор 1972 года, ограничивающий систему противоракетной обороны, который является фундаментом всего дальнейшего процесса ограничения ядерных вооружений.

Однако то, что не удалось договориться о полном прекращении ядерных испытаний, привело к ряду отрицательных последствий. Были созданы разделяющиеся боеголовки, в десять раз увеличилось количество ядерных боезарядов. Появилось и тактическое ядерное оружие, которое сегодня угрожает существованию человечества в такой же степени, как и стратегическое, и многое другое. Наконец появилась в США так называемая "идеология продолжительной ядерной войны". Это, конечно, сомнительная и опасная фантазия. Мы знаем, что большинство ученых мира не разделяет эту точку зрения, но, к сожалению, она продолжает высказываться и пропагандироваться.

— Что мы можем ожидать в будущем?

— Учитывая сегодняшнюю международную обстановку, последние заявления американской администрации, развитие событий, связанных с космическим вооружением, трудно сейчас предсказать, какие из договоров, заключенных в 70-е годы, перейдут в 90-е. Разрушение Договора ОСВ-2 и продолжение испытаний может привести к беспредельному размножению ядерных боеголовок. Если анализировать пятилетний план развития стратегических вооружений, который был опубликован Соединенными Штатами, то мы видим, что их количество вырастет примерно на



40—50 процентов. Но опасен не только количественный рост (хотя наращивание ядерных вооружений само по себе опасно), но и качественное так называемое "совершенствование ядерного оружия". Основной результат — это создание высокоточного оружия, ядерных ракет типа МХ, ракет подводных лодок и других, угрожающих ответным средствам другой стороны. Создание такого оружия подрывает устойчивость стратегического равновесия и порождает опасный рост напряжения в мире. Далее, так называемое "третье поколение" — это оружие, с помощью которого делается попытка так или иначе направленно использовать энергию ядерного взрыва. Цель — создать оружие, которое США рассчитывают использовать прежде всего в локальном конфликте с военной целью или как средство политического давления, а также — в космосе.

Таким образом, если не будут приняты соответствующие меры, то в следующем пятилетии будет существенно подорвана устойчивость существующего стратегического равновесия. Здесь уместно напомнить слова М.С. Горбачева, который говорил, что Советский Союз не заинтересован в том, чтобы США чувствовали бы себя в меньшей безопасности, чем СССР. Мы — за равную безопасность — и это есть основа нового мышления в ядерный век.

— Как предотвратить развитие событий в пагубном для человечества направлении?

— Первым шагом к этому был бы договор о прекращении ядерных испытаний, который перекрывал бы все пути, ведущие к гонке вооружений на Земле и в космосе. Этот договор мог бы сопровождаться набором соглашений, проекты которых представлены СССР и в настоящее время находятся на столе переговоров в Женеве. Это стало бы началом осуществления той программы, ведущей к полному уничтожению ядерного оружия, которая была предложена М.С. Горбачевым 15 января с.г.

— Что сейчас можно сказать о контроле над ядерными испытаниями?

— Противники прекращения ядерных испытаний выдвигают сегодня ряд аргументов, призванных скрыть единственную истинную цель их продолжения — создание новых видов оружия. Среди них и аргумент о контроле.

В 60-е годы был достигнут существенный прогресс в области сейсмического контроля. Создана всемирная сеть, состоящая из 120 сейсмических станций. Было создано 20 измерительных групп, которые специально фиксируют ядерные взрывы, и ряд центров в Европе и Америке.

В минувшем десятилетии выросли диапазон сейсмоприемников и их динамическая чувствительность, появилась возможность спутниковой регистрации, которая позволила осуществить глобальное наблюдение. Еще на два порядка выросла чувствительность сейсмической системы.

На форуме в Москве советские ученые отмечали, что и сегодня имеются большие резервы в технике оптимальной обработки сигнала и распознавания сейсмических событий. Сейчас одни только сейсмические средства представляют достаточную гарантию для того, чтобы можно было заклю-

чить договор о полном и всеобщем запрещении ядерных испытаний. Фактически сегодня первое, что требуется от правительства США — это просто прекратить испытания в условиях советского моратория, и тем самым ядерные взрывы не возобновятся. Конечно, мы рассчитываем, что и другие ядерные державы примкнут к мораторию.

— Как известно, в районе советского испытательного полигона высадился "десант" американских ученых. Какова цель этой совместной работы?

— Во время празднования столетнего юбилея Нильса Бора в Копенгагене мы предложили международное сотрудничество по усовершенствованию сейсмических методов контроля. Затем в мае прошел семинар в Москве, где мы согласовали программу работ и предоставили ее нашему правительству. Я должен с удовлетворением отметить, что правительство СССР одобрило и поддержало нашу инициативу. Цель ее — в использовании нового, высокочастотного диапазона регистрации сейсмических событий, что позволяет почти на порядок улучшить порог регистрации и распознавания ядерных взрывов. Для осуществления этой идеи необходимо точно знать географические свойства земной коры в нужном районе. Именно эти свойства мы совместно будем изучать. Тем самым будет продемонстрирована не только надежная возможность проверки запрещения испытаний, но и практическая невозможность проведения скрытых испытаний.

Советские и американские ученые демонстрируют не только реальные достижения в совершенствовании сейсмических методов, но и действуют против гонки вооружений. Совместная программа исследований будет осуществляться в районе Семипалатинска и в штате Невада. Таким образом, у нас есть все основания вновь подчеркнуть необходимость заключения договора о полном прекращении ядерных испытаний в условиях надежной проверки.

"Правда", 24 июля 1986 г.

## БЕСКИЕ АРГУМЕНТЫ УЧЕНЫХ

Существует ли техническая проблема контроля на пути к запрещению ядерных испытаний или это всего-навсего устаревший предлог, прикрывающий отсутствие политической воли у американской администрации? Ответ на этот вопрос, а вместе с ним и веские аргументы ученых, убеждающие в возможности контролировать ядерные взрывы даже небольшой мощности, получили советские и зарубежные журналисты на пресс-конференции, состоявшейся 2 сентября в пресс-центре МИД СССР. В ней приняли участие известные советские ученые, в том числе участники советско-американских исследований, ведущихся уже более месяца в районе Семипалатинска, в окрестностях советского испытательного полигона.

Прежде чем детально осветить вопрос о научно-технических средствах контроля, сказал во вступительном слове вице-президент Академии наук СССР, академик Е.П. Велихов, я хотел бы подчеркнуть, что сегодня имеется наконец-то реальная историческая возможность немедленно и навсегда прекратить испытания ядерного оружия. Идея запрещения испытаний направлена сейчас на совершенно конкретную цель — прекратить создание новых типов ядерных вооружений. Опыт предшествующих десятилетий показывает: очередные витки совершенствования оружия несут в себе главный источник напряжения и дестабилизации в мире.

Намерения американской стороны, заметил ученый, можно понять из статистического анализа испытаний разного вида, которые ведутся сейчас на полигонах США. В основном эти испытания направлены на разработку новых типов ядерного оружия. Налицо стремление к созданию типов оружия третьего поколения. Важно отметить, что оно предназначено и для использования в космическом эшелоне противоракетной обороны, хотя это и противоречит заявлениям президента США о том, что такая оборона должна быть якобы неядерной. Это типичный пример глубоко противоречивой позиции сегодняшней американской администрации в защите необходимости продолжения ядерных испытаний. Не исключено, что продолжающиеся в США испытания нацелены на создание оружия типа нейтронной бомбы. А это, как известно, служит поддержке технической идеи локальных ядерных конфликтов, которая отвергнута мировой общественностью как крайне дестабилизирующее и опасное развитие вооружений.

Отсюда ясно, продолжал Е.П. Велихов, что прекращение ядерных испытаний — узловой вопрос сегодняшней международной жизни. И реальное его разрешение — то есть конкретный план перехода от ядерного мира к миру неядерному — содержится в Заявлении М.С. Горбачева от 15 января.

Но за океаном продолжают распространять сомнения в серьезности намерения Советского Союза сделать наш мир безопасным для проживания человека. Вице-президент АН СССР напомнил о делящейся уже не годами, а десятилетиями дискуссии по проблеме контроля за непроведением испытательных взрывов. Сегодня этот аргумент, заявил он, опровергается единым мнением всего геофизического мирового сообщества ученых. С научно-технической точки зрения дорога к заключению договора о полном запрещении ядерных взрывов открыта. Точные геофизические методы, которые недавно в Москве обсуждены на представительном международном форуме ученых, позволяют фиксировать взрывы даже очень малой мощности. Убедительное тому свидетельство — совместная работа советско-американской группы сейсмологов, ведущаяся в окрестностях нашего испытательного полигона под Семипалатинском.

Но и после авторитетного слова ученых 36 стран, прозвучавшего на московском форуме, изобретаются новые аргументы. Их рождено уже немало, но общее у них одно — неисчерпаемая бездна беспочвенной фантазии и противоречивость. Выдвигаются, например, предположения о том,



что можно проводить испытания в далеком космосе, даже за пределами Солнечной системы. Мы готовы дать свое заключение об абсурдности этого надуманного проекта. Утверждают также, что можно создать такие сложные технические устройства, которые полностью перекроют путь к распространению сейсмических волн. Это тоже несолідно. Подобные гигантские сооружения — полости под землей — легко обнаружить также с помощью космических средств.

Как бы ни изошрялись противники запрещения ядерных испытаний в поисках новых преград, сказал в заключение ученый, вывод напрашивается один: вопрос о прекращении ядерных испытаний — это сегодня вопрос не технический, а политический. Так во всяком случае оценивает его мировая общественность, которая ясно понимает, кто и ради каких целей продолжает испытания смертоносного оружия.

Затем ученые ответили на вопросы журналистов.

Журналисты попросили Е.П. Велихова прокомментировать нынешние возражения американской администрации против немедленного присоединения к мораторию.

— Количество противоречий, существующих в этих возражениях, — заявил ученый, — показывает слабость позиции администрации США. Во-первых, все эти аргументы выдвигаются для того, чтобы оправдать позицию перед лицом общественного мнения собственной страны, которое, особенно после советского моратория, активно выступает за прекращение всех ядерных испытаний. Ставится, в частности, вопрос о том, что ядерные испытания необходимы потому, что только таким образом США могут гарантировать надежность и жизненный цикл того ядерного оружия, которое стоит на вооружении. Аргумент явно надуман, о чем четко заявляют не только ученые, но и военные специалисты. Еще более сомнителен тезис о том, что прекращение ядерных испытаний якобы приведет к горизонтальному распространению ядерного оружия. Он прямо отвергается теми странами, которые подписали договор о его нераспространении.

— Добавлю к этому, — сказал заместитель директора Института США и Канады АН СССР профессор А.А. Кокошин, — что за политикой продолжения ядерных взрывов, за политикой создания все новых систем оружия стоит сложная комбинация интересов. Было бы неверно сводить все к интересам производителей оружия, к их стремлению извлекать из этого бизнеса доходы, хотя это и играет существенную роль и отражается на курсе нынешней администрации. Но не менее важны и политические факторы: многие политические деятели США связывают свое благополучие и успехи своей страны именно с политикой конфронтации, с политикой, основанной на американском военном превосходстве.

**Вопрос:** Не выиграют ли русские от совместного эксперимента больше, чем американцы?

**Ответ:** У ученых такого вопроса не возникает. Весь опыт нашей работы с американскими коллегами показывает, что в данном случае выигрыва-

ют все, а главное — доверие между нашими странами. Мы вспоминаем, как взволнованы были американские сейсмологи в тот день, когда наши приборы в Семипалатинске регистрировали подземный взрыв в Неваде. Будем надеяться, признались они, что скоро и на невадском полигоне, как и на семипалатинском, ученые будут слушать только тишину ...

“Правда”, 3 сентября 1986 г.

**ДОКЛАД ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА АН СССР,  
ПРЕДСЕДАТЕЛЯ КОМИТЕТА СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ  
В ЗАЩИТУ МИРА, ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ  
АКАДЕМИКА  
Е.П. ВЕЛИХОВА  
«ОТЧЕТ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
КОМИТЕТА СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ  
В ЗАЩИТУ МИРА, ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ»\***

Я должен рассказать о деятельности Комитета советских ученых в течение тех трех лет, которые прошли после того, как он был создан на предыдущей Конференции в мае 1983 г.

Естественно, что Комитет работал не в вакууме, не на пустом месте. Он опирался на деятельность многих советских научных организаций, сотрудничал со многими международными организациями ученых, такими, как Пагуошское движение, организациями и движениями сторонников мира. Деятельность Комитета в известной мере выросла из работы Академии наук СССР, советских ученых вместе с иностранными коллегами, начавшейся сразу после XXVI съезда КПСС (1981 г.), который, как вы помните, обратился ко всем ученым мира с призывом пристально разобраться в последствиях ядерной войны и сообщить общественному мнению реальную оценку этих последствий. Это было насущной задачей, что подчеркивалось тем обстоятельством, что именно тогда, в конце администрации Картера и в начале администрации Рейгана, в Америке был поставлен вопрос о коренном перевооружении, прежде всего стратегических ядерных сил. Была развязана широкомасштабная пропагандистская кампания в пользу тезиса о том, что ядерная война будто бы является простой разновидностью обычных конфликтов, обычных кризисов, которые хотя и потрясали человечество, но и из которых оно, как говорили, к сожалению, даже наши коллеги-ученые, выходило якобы иной раз даже более здоровым. Сошлюсь, в частности, на труды семинаров в Эриче, которые доступны всем. В этом плане оправдывалась бомбежка Нагасаки и

---

\* Печатается с сокращениями. Мир и разоружение. Научные исследования. Специальный выпуск. Материалы II Всесоюзной конференции ученых по проблемам мира и предотвращения ядерной войны. М. “Наука”. 1986. С. 53—64.

Хиросимы, утверждалось, что в общем все разговоры о радиации, радиационном эффекте, вызванном ядерной войной, — это не более чем преувеличение. Я хотел бы напомнить статью Э. Теллера, в которой говорится о том, что выпадение радиоактивных осадков в результате ядерного конфликта — это вполне приемлемая вещь, если от них хорошенько отмыться. При этом он не разъясняет, что значит отмыться. Отмыться можно в нормальной, обычной обстановке, когда у вас есть средства, чтобы это сделать. А в условиях, когда разразился кризис, когда человек находится под давлением обстоятельств или выполняет свой долг, находится в условиях огромных разрушений и других бедствий, такая рекомендация звучит кощунственно, и очень странно ее слышать из уст ученого. С этим нам приходилось и придется сталкиваться и в будущем.

Обсуждения последствий ядерной войны и вообще отношения к такому конфликту происходили в 1981–1982 гг. в рамках инициативы Папской академии наук. Они завершились весьма важным форумом в Риме в сентябре 1982 г. Представители 36 академий практически со всех концов мира, в том числе многие из присутствующих здесь наших гостей, собрались на эту встречу. Она приняла Декларацию о предотвращении ядерной войны, которая отразила точку зрения большинства ответственных ученых мира. Стержневая идея документа сводилась к тому, что ядерные устройства не являются оружием, их нельзя использовать в военном конфликте или в политических целях, поскольку результаты их воздействия неконтролируемы и чудовищны.

В этом плане ученые обратили внимание на то, что разного рода теории и теоретические измышления о сценариях ядерной войны строятся на совершенно произвольных посылках. Вы помните, что это было время печально знаменитой директивы, по-моему, № 59, изданной в Соединенных Штатах, которая давала американскому президенту так называемый выбор между различными «сценариями». Утверждалось, что «сценарии» составляются квалифицированными специалистами. В действительности таких специалистов просто нет, ибо ни военные, ни гражданские представители таких организаций, как, скажем, «Рэнд корпорейшн», не имеют никакого опыта ведения ядерной войны и не являются в этом плане тем, что принято считать специалистами. Так вот, первое заключение этой встречи ученых было именно такое.

Второе заключение ватиканского форума сводилось к тому, что разрушительным силам, которые вызывает ядерная война, невозможно ничего противопоставить. Это — существенное заключение, о котором в дальнейшем было много дискуссий. Действительность такова, что наука не может предложить миру реальной защиты от ядерной войны и ее последствий. Не существует перспектив сделать оборону достаточно эффективной для защиты городов, поскольку даже один прорвавшийся ядерный заряд может причинить катастрофические разрушения. Не существует возможности эффективно защитить население от массированного ядерного удара или избежать разрушения культурной, экономической, индустриальной



основы общества. Крушение социальной организации приняло бы столь всеобъемлющие масштабы, а количество жертв было бы в этом случае столь гигантским, что ни от какой медицинской системы нельзя ожидать реального эффекта.

Далее. Ученые пришли к выводу о том, что все разногласия, которыми мы озабочены сегодня, включая политические, экономические, идеологические и религиозные, ничтожно малы в сравнении с опасностью ядерной войны. Поэтому крайне необходимо укрепить надежду и доверие посредством последовательных шагов по ограничению вооружений, свертыванию разработок, производства, испытаний систем ядерного оружия, их сокращению до максимально низких уровней с последующим полным уничтожением.

Вы видите, как высказанная в то время точка зрения ученых перекликается с той последовательной программой, выдвинутой в Заявлении М.С. Горбачева от 15 января 1986 г., в которой ставится задача к концу века полностью избавить человечество от ядерного оружия. И это — главный вывод, главное, на чем сегодня должна строиться работа наших ученых и будущая работа нашего Комитета.

А.Ф. Добрынин справедливо говорил здесь о том, что человечество вправе ожидать от ученых, которые столько сил вложили в создание средств разрушения, чтобы они предприняли по меньшей мере столько же усилий для создания средств спасения и выживания человечества.

В вопросах безопасности мы часто встречаемся с мифами, которые идеологи милитаризма с помощью мощных средств массовой информации небезуспешно вдалбливают в ряде стран в умы людей, в том числе, к сожалению, и в умы интеллигенции. Один из таких мифов, скорее смахивающий на окаменевшую догму, сводится к тому, что Европе-де необходимо противостоять советскому агрессивному натиску, стремлению к захвату Западной Европы. Данный тезис прикрыт своеобразным табу: ни факты, ни логические доказательства и аргументы его зачастую не в состоянии поколебать, он принимается как аксиома. В качестве подобной же аксиомы во многих западноевропейских странах принимается идея о необходимости опираться на ядерное оружие.

Несмотря на такого рода сложности, возникавшие в дискуссиях, ученые все же пришли к выводу, что единственный путь — это полное и окончательное уничтожение ядерного оружия. И я думаю, что сейчас сторонников такой радикальной точки зрения становится все больше и больше.

Одно из важнейших направлений борьбы за уничтожение ядерного оружия проходит сегодня через прекращение всех испытаний этого оружия. С этим согласно большинство ученых, однако и здесь мы встречаем очень мощное сопротивление.

Иногда противников прекращения ядерных испытаний называют в США идеологической армией. В действительности это узкая группа «новых представителей науки», связанная с крайне правыми силами. Ей противостоит основная масса ученых как в США, так и в других западных странах.

Еще один вопрос, которым занимался Комитет, связан с Договором о нераспространении ядерного оружия и планами размещения этого оружия в космосе. В США считается, что на соблюдение договора о ядерном нераспространении эти планы не влияют. Но вы понимаете, что проверить наличие в космосе ядерного оружия значительно сложнее. Систему контроля можно отрабатывать, если этот вопрос встанет.

Надо сказать, что вопросами, связанными с опасностью возможного размещения оружия в космосе, мы начали заниматься раньше, чем в печальном знаменитом выступлении президента Рейгана 23 марта 1983 г. была выдвинута концепция «звездных войн». За год до этого после обсуждения с американскими коллегами мы пришли к выводу, что есть хорошие возможности для заключения соглашения о прекращении разработок и уничтожении противоспутникового оружия и тем самым для предотвращения распространения гонки вооружений на космос. Тогда в палате представителей и в сенате США идея такого рода соглашения встречала поддержку.

Вы знаете, что в результате обсуждения этого вопроса и с советскими учеными, и с американскими Советское правительство пришло к историческому решению и в августе 1983 г. объявило односторонний мораторий на испытания какого бы то ни было оружия в космосе. Как подчеркивал М.С. Горбачев, мы никогда не пойдем на вывод первыми оружия в космос. До сих пор этот мораторий остается в силе.

Я должен сказать, что влияние моратория все-таки существует, и это — положительный факт в сложных международных условиях сегодняшнего дня. Это влияние, в частности, выразилось в том, что Конгресс США провел законопроект, запрещающий финансирование испытаний противоспутникового оружия; тем самым определенный барьер создан. К сожалению, это барьер разрушается прежде всего так называемой «стратегической оборонной инициативой» (СОИ), или программой «звездных войн», которая была развернута после упоминавшейся речи президента.

Комитет советских ученых сразу же после своего создания откликнулся на новое развитие событий.

Мы не можем недооценивать того, что, как вы знаете, под флагом СОИ идет мобилизация сил, причем мобилизация, направленная не только на подрыв Договора о ПРО, не только на создание такого рода вариантов этой системы, которые мы рассматриваем как агрессивные, но и, вообще говоря, на протаскивание оружия в космос. В докладе советских ученых по этой проблеме впервые был поставлен вопрос о том, что подобного рода система может служить и средством поражения наземных, воздушных и других объектов. Вначале многие из американских ученых и специалистов США в наших дискуссиях удивлялись этому аргументу. Но в последних публикациях, скажем Бюро технологических оценок Конгресса, мы видим, что действительно в программах, связанных с СОИ, предусматривается разработка системы для поиска, нацеливания и поражения самолетов из космоса. Если можно поразить ракету, какой-то небольшой объект, то, естественно (и это логично), всегда будет желание военных использовать

эту систему для поражения всех других подобных объектов и в воздухе, и на земле.

Таким образом, СОИ способна повлечь за собой еще одну крупнейшую опасность, опасность открытия полного спектра вооружений в космосе.

В связи с исследованиями, посвященными последствиям ядерной войны, нами были предприняты вместе с учеными США и ряда других стран исследования, которые сейчас приобрели всеобщую известность. Это работы, связанные с экологическими последствиями ядерной войны.

Комитет работал и над вопросами, связанными с программой сокращения ядерных вооружений.

Комитет принимал участие в целом ряде крупных международных мероприятий. Таковы наши встречи не только с научными группами, но и с Комиссией по космосу. Мы участвовали во встречах с майнцской группой ученых-естественников из ФРГ, с учеными других европейских стран, а также во встречах с американскими коллегами, в том числе из «Союза обеспокоенных ученых», с профессорами Гарвардского университета и многими другими.

Мне представляется, что все эти работы, обсуждения внесли определенный вклад в лучшее понимание сложных вопросов, о которых, к сожалению, пресса западного мира создает подчас весьма искаженное представление и у широкой общественности, и даже у довольно информированных людей.

В связи с задачами, поставленными в Заявлении М.С. Горбачева от 15 января 1986 г., перед нами возникает необходимость ответственных решений. Имеется в виду, что будут разработаны специальные процедуры уничтожения ядерного оружия, а также демонтажа, переоборудования или уничтожения носителей. При этом будут согласовываться количество оружия, которое подлежит ликвидации на каждом этапе, места, где оно будет уничтожено, и т.д. Контроль за уничтожаемыми и ограничиваемыми вооружениями осуществлялся бы как национальными техническими средствами, так и путем инспекции на местах. СССР готов договориться о любых других дополнительных методах контроля.

В наших работах и в обсуждениях, в частности с американскими коллегами, подвергся детальному рассмотрению вопрос о том, как можно под международным контролем, в некоем международном центре ликвидировать ядерные боеголовки и возвращать делящееся топливо в ядерный цикл под контролем гарантий Международного агентства по атомной энергии (предложения американских деятелей В. Панофского и Н. Гейлера). Как известно, Советский Союз всегда поддерживал и поддерживает работу Международного агентства по атомной энергии и исходит из того, что роль МАГАТЭ на этапе глубокого ядерного разоружения будет непрерывно возрастать. Здесь многое будет зависеть от ученых, которым предстоит разработать в рамках Агентства всю надлежащую процедуру и средства контроля.

Другой вопрос — насколько надежны такого рода меры гарантии и меры контроля. Здесь мы взаимодействуем с Принстонским центром, который



разрабатывает под руководством профессора Ф. фон Хиппеля вопросы контроля за источником самого ядерного горючего. Это тоже очень важная и ответственная работа.

Хотел бы еще раз вернуться к мысли, что ученые обязаны посвятить значительные силы тому, как ликвидировать ядерное оружие, избежать конфронтации, пройти этот путь шаг за шагом, потому что в процессе сокращения ядерного оружия мы должны непрерывно обеспечивать стратегическую стабильность, о которой говорил А.Ф. Добрынин, мы должны наметить соответствующие этапы разоружения. Мы должны предусмотреть, чтобы согласованные меры ядерного разоружения сопровождалась и соответствующим запрещением новых видов обычного оружия, что предполагает проведение исследований и в этой области. Должны быть выработаны также меры ликвидации и контроля за производством химического оружия. Одним словом, ученым предстоит принять самое деятельное участие в воплощении в жизнь всего того, что изложено в трехстадийном плане избавления человечества от оружия массового уничтожения к ХХI в.

Таким образом, Комитет советских ученых провел определенную работу, установил творческие контакты с целым рядом международных научных организаций. В настоящее время в связи с осложнением международной обстановки, новыми задачами эта работа неизбежно приобретает еще большие масштабы и значение.

### **ЗАЯВЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

Мы, советские ученые, целиком и полностью поддерживаем реалистическую, конструктивную, честную и открытую позицию советского руководства, выраженную на встрече Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева с президентом США Р. Рейганом в Рейкьявике. Эта позиция продиктована сознанием исторической ответственности, заботой о судьбах мира, о спасении цивилизации от ядерной гибели.

Наша страна выдвинула исключительно смелую программу, позволяющую осуществить прорыв в деле не только прекращения гонки вооружений, но и впервые обеспечить глубокое сокращение ядерного оружия. Была открыта реальная перспектива уже в течение ближайших десяти лет ликвидировать все ядерное оружие у СССР и США.

Компромиссные предложения СССР полностью отвечают подлинным интересам советского и американского народов, народов всего мира. Они — выдающийся пример нового политического мышления в международных отношениях.

К нашему глубокому сожалению, позиции американской администрации и на этот раз не дали возможности использовать исторический шанс для кардинального решения проблем войны и мира. Пока не удалось

переломить опасные тенденции, ведущие к накоплению и совершенствованию чудовищных средств массового уничтожения. Но, несмотря на это, встреча на высшем уровне в Рейкьявике — важнейшее событие в международной жизни. В мире создалась качественно иная ситуация, игнорировать которую уже никто не может.

Мы призываем людей, стоящих у руля политики США, осознать свою ответственность перед историей, сделать трезвые выводы и встать на путь, ведущий к освобождению человечества от страшной угрозы всеуничтожающей войны. Мы призываем к использованию достижений науки и техники только и исключительно в мирных целях, на благо всех стран и народов.

Мы уверены, что ученые мира, все люди доброй воли и впредь будут наращивать усилия в борьбе за радикальное оздоровление международной обстановки, в борьбе за жизнь на Земле.

“Правда”, 18 октября 1986 г.

**ШИРОКОМАСШТАБНАЯ  
ПРОТИВОРАКЕТНАЯ  
СИСТЕМА  
И  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ**

**ДОКЛАД  
КОМИТЕТА СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ  
В ЗАЩИТУ МИРА,  
ПРОТИВ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ**

**(КРАТКИЙ АДАПТИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ)**



В данном кратком варианте Доклада Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы\* представлены результаты комплексного исследования научно-технических аспектов создания боевых компонентов ударного космического оружия, подсистем обеспечения функционирования этих компонентов, а также мер и средств противодействия ударному космическому оружию, военно-стратегические и международно-политические последствия создания широкомасштабной противоракетной системы, в том числе ограниченных вариантов такой системы.

Доклад подготовлен рабочей группой Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы в составе:

**руководители группы** — заместитель председателя Комитета советских ученых академик Р.З. Сагдеев — директор Института космических исследований (ИКИ) АН СССР; заместитель председателя Комитета советских ученых, доктор исторических наук А.А. Кокошин — заместитель директора Института США и Канады АН СССР (ИСКАН);

**эксперты** — доктор исторических наук А.Г. Арбатов (зав. сектором ИМЭМО АН СССР); кандидат технических наук А.А. Васильев (зав. отделом ИСКАН); кандидат исторических наук М.И. Герасев (научн. сотр. ИСКАН); кандидат технических наук А.А. Коновалов (ст. научн. сотр. ИСКАН); кандидат исторических наук С.А. Кулик (ст. научн. сотр. ИСКАН); кандидат технических наук Р.Р. Назиров (ст. научн. сотр. ИКИ АН СССР); ответственный секретарь рабочей группы Комитета советских ученых, кандидат исторических наук С.К. Ознобишев (ст. научн. сотр. ИСКАН); кандидат физико-математических наук О.Ф. Прилуцкий (зав. отделом ИКИ АН СССР); кандидат физико-математических наук С.Н. Родионов (зав. сектором ИКИ АН СССР); кандидат физико-математических наук В.М. Сергеев (зав. сектором МГИМО); доктор физико-математических наук В.И. Шевченко (зам. директора ИКИ АН СССР).

Использованы также специальные частные разработки ряда других экспертов Комитета советских ученых: В.Г. Родина (ИКИ АН СССР); кан-

---

\*Печатается по тексту Доклада, изданного ИКИ АН СССР. М. 1986 с некоторыми изменениями.

дидата экономических наук А.Г. Савельева (ИМЭМО АН СССР); кандидата военных наук Л.С. Семейко (ИСКАН).

В качестве консультантов при проработке различных проблем, связанных с темой доклада, привлекались генерал-полковник в отставке, профессор Н.А. Ломов, генерал-лейтенант в отставке, профессор М.А. Мильштейн, академик Б.В. Раушенбах, профессор, доктор физико-математических наук С.П. Капица.

## ВВЕДЕНИЕ

Современный военно-стратегический баланс — это форма выражения соотношения качественного и количественного состояния сил сторон и факторов, определяющих стратегическую ситуацию. Их совокупность можно представить как сложную динамическую макросистему, главным элементом которой являются ядерные, в первую очередь стратегические, вооружения. Состояние этой макросистемы зависит не только от ядерного оружия, но и от многих других элементов и факторов. Существует, в частности, известная любому тесная диалектическая связь как между рассматриваемыми в отдельности наступательными средствами сторон, так и между средствами наступления и обороны — и у противостоящих друг другу сторон, и внутри каждой из них.

Диалектика развития стратегического баланса такова, что появление (даже разработка и испытания, не говоря уже о развертывании) претендующего на эффективность нового "оборонительного" оружия может вызвать не меньшее (а возможно, и большее) "возмущение" в балансе, чем создание нового, пусть даже наступательного, оружия.

На рубеже 60-х и 70-х годов, когда СССР и США приступили к обсуждению проблемы стратегических вооружений, они совместно признали существование между ними военно-стратегического паритета и также неразрывной взаимосвязи между стратегическими наступательными и оборонительными вооружениями сторон. Не случайно, что в 1972 г. между Советским Союзом и Соединенными Штатами одновременно — именно одновременно — были заключены бессрочный Договор об ограничении систем ПРО и первое Соглашение об ограничении стратегических наступательных вооружений (ОСВ-1).

Для поддержания достигнутого на названном выше рубеже военно-стратегического равновесия в условиях, когда Соединенные Штаты почти каждое пятилетие выступали зачинщиками очередного витка гонки вооружений, принимая все новые программы наращивания своей военной мощи, Советский Союз был вынужден прибегать к адекватным мерам, чтобы обеспечить свою безопасность, не допустить над собой военного превосходства. В том числе комплекс таких мер с целью предотвращения нарушения военного равновесия был предпринят СССР совместно с его союзниками по Варшавскому Договору в ответ на начало размещения в

Западной Европе баллистических ракет "Першинг-2" и крылатых ракет большой дальности наземного базирования. Следует отметить, что равновесие было восстановлено, хотя и — разумеется, не по нашей вине — на более высоком уровне: увеличилось количество ядерных боеголовок у сторон, нацеленных на объекты друг друга, сократилось время для принятия решения в связи с ядерным нападением или непреднамеренно возникшей ядерной ситуацией. К тому же был нанесен серьезный ущерб доверию между государствами.

В этой связи можно, пожалуй, говорить о действии в области стратегического баланса своеобразного закона "убывающей отдачи", когда все большее вложение ресурсов в ядерные вооружения (имея в виду уже накопленные огромные их запасы, а также доступные другой стороне ответные меры) приносит все меньший эффект с точки зрения реально значимого изменения соотношения сил, а не просто преумножения арсеналов многократного уничтожения всего живого на Земле.

Очевидно, что мир переступил ту черту, за которой дальнейшее накопление и совершенствование ядерных вооружений не только опасно, но и бессмысленно.

Проблема безграничного накопления ядерного оружия имеет и другую сторону, поскольку само по себе наличие их запасов внушает вполне обоснованную тревогу, повышает нервозность и угрозу возникновения ядерной войны, в том числе за счет технической ошибки или человеческого просчета, опасность которых возрастает с увеличением количества оружия.

Многие ученые, военные, государственные и политические деятели Запада признают наличие уже на протяжении 12—15 лет такого соотношения ядерных арсеналов сторон, при котором ни одна из них не способна выиграть ядерную войну, даже начав ее первой. Эту стратегическую ситуацию, с подачи американских военных теоретиков, именуют "взаимным гарантированным уничтожением". От различных западных деятелей иногда приходится слышать, что именно состояние "равновесия страха", его осознание и принятие обеими сторонами являются главным гарантом мира, тем основным средством, которое до сих пор предотвращало возникновение новой мировой войны.

Не подлежит сомнению, что без наличия ядерного оружия у обеих сторон (равно как и у любых других держав) мир был бы значительно прочнее. Гораздо более надежными мерами обеспечения безопасности было бы не поддержание "равновесия страха" (особенно на высоком накале военно-политической напряженности и с огромным количеством ядерных боезарядов у противостоящих сторон), а взаимное сокращение и уничтожение ядерных арсеналов, нормализация политической обстановки, решение всех спорных вопросов путем переговоров, развитие и углубление экономического, научно-технического и культурного сотрудничества, лежащих в основе роста доверия, широких контактов между народами.

На построение прочной системы международной безопасности без ядер-



ного оружия нацелена советская программа полной ликвидации ядерного оружия во всем мире к 2000 г., провозглашенная в Заявлении Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева от 15 января 1986 г. Данная программа явилась основой для выдвижения Советским Союзом во время встречи на высшем уровне в Рейкьявике в октябре 1986 г. конкретных далекоидущих предложений, направленных на полную ликвидацию стратегических наступательных вооружений и уничтожение ракет средней дальности в Европе.

Как это ни парадоксально, на первый взгляд, ситуацию "взаимного гарантированного уничтожения" критикуют на Западе не только пацифисты, но и политические деятели, ученые и даже отдельные военные, которые руководствуются мотивами, далекими от миролюбия. Для них неприемлемы сокращение вооружений и разоружение на основе принципа равенства и одинаковой безопасности. Но их не устраивает и "взаимное гарантированное уничтожение", означающее признание присущего паритету "ядерного пата", который ставит под вопрос использование военной силы в качестве активного инструмента политики и тем самым логически ведет к перечеркиванию идеи о необходимости дальнейшего развития средств ведения войны.

Едва ли не главным направлением, по которому США предпринимают новые попытки выйти из состояния "ядерного пата", являются планы создания широкомасштабной противоракетной системы с элементами космического базирования, облеченные в программу так называемой "стратегической оборонной инициативы" (СОИ).

Примерно с конца 50-х годов одной из важнейших предпосылок американской стратегии была невозможность сокращения разрушительных последствий тотальной ядерной войны для США до "приемлемого" уровня. Эта предпосылка была обусловлена созданием в СССР межконтинентальных средств доставки ядерного оружия и ростом у обеих сторон его абсолютных запасов. После весьма кратковременных стратегических экспериментов с концепциями "контрсилы" и "ограничения ущерба" в начале 60-х годов (они предусматривали сокращение потерь США путем нанесения ударов по части стратегических средств СССР на стартовых позициях) декларируемая американская стратегия остановилась на признании в той или иной мере ситуации "взаимного гарантированного уничтожения". Так, еще в 60-х годах Макнамара, будучи министром обороны в администрации Кеннеди, пришел к выводу, что "неприемлемым ущербом" для сторон является уничтожение от 1/4 до 1/3 населения и от 1/2 до 2/3 их промышленного потенциала. Это, по его оценкам, достигалось бы ядерным ударом с совокупной мощностью 400 Мт. С теми или иными коррективами (в виде концепций "избирательных ударов", "ограниченной ядерной войны" и др.) она оставалась основой декларируемой ядерной стратегии США с конца 60-х до начала 80-х годов. Такая стратегия предусматривала, что безопасность США при наличии накопленных у обеих сторон ядерных потенциалов обеспечивается не возможностью сократить ущерб для США в случае все-

15. Зак. 1189

общей ядерной войны до сколько-нибудь приемлемого уровня, а возможностью сдерживать вероятного противника от применения ядерного оружия угрозой нанесения ему ущерба в соответствующих или превосходящих масштабах. Концепции и технические системы для непосредственной защиты территории США от ядерного оружия исчезли из официальных документов и заявлений американского правительства, включая министерство обороны. Системы противоракетной обороны (ПРО) обсуждались почти исключительно лишь в связи с соображениями повышения живучести самих стратегических средств США.

Выступление Рейгана от 23 марта 1983 г. и выдвижение им программы "стратегической оборонной инициативы" могут знаменовать радикальное изменение указанных основополагающих концепций декларируемой США военно-политической стратегии. Сдерживание, связанное со способностью двух великих держав уничтожить друг друга даже в ответном ударе, было объявлено "злом", а в качестве альтернативы была выдвинута идея прямой защиты территории США от ядерного оружия всеми средствами, включая различные виды противоракетного оружия космического базирования, которому большинством американских специалистов отводится решающая роль в обеспечении создания "всеобъемлющего противоракетного щита". Эта тенденция переориентации официальной линии США, если она будет закреплена, способна создать принципиально новый научно-технический, стратегический, политический и психологический контекст для принятия решения по военным программам как наступательного, так и оборонительного характера. Однако, прежде чем рассматривать эти последствия, имеет смысл обратиться к научно-техническим аспектам широкомасштабной противоракетной системы, лежащим в основе этих предложений.

## **I. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БОЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЭШЕЛОНОВ ШИРОКОМАСШТАБНОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ**

Целью данного раздела является освещение результатов проделанного в Комитете советских ученых анализа и оценок технических возможностей и ограничений, присущих каждому из разрабатываемых в рамках СОИ боевых компонентов многоэшелонной противоракетной системы. Отдельные иллюстративные детали заимствованы из опубликованных в открытой печати американских и советских источников.

Предшествующие оценки были проведены Комитетом советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы в 1983–1984 гг., Союзом обеспокоенных ученых (США) в 1984 г., Стэнфордским центром международной безопасности и контроля за разоружением (США) в 1984 г., Управлением по оценке техники конгресса США в 1984 г., а также в ряде статей советских, американских и западноевропейских ученых, появившихся в период 1983–1985 гг.

СОИ сводится к созданию возможности поражения межконтинентальных баллистических ракет (МБР) и баллистических ракет, запускаемых с подводных лодок (БРПЛ), на всем протяжении их траектории. В этом основное отличие СОИ от схем ПРО, которые рассматривались и реализовывались в конце 60-х — начало 70-х годов и в которых речь шла лишь об обороне на конечном участке траектории ракет.

Траектория ракеты может быть условно разделена на четыре участка (см. рисунок):

- активный участок, где за счет работы двигателей ступеней производится набор скорости до конечной величины (6–7 км/с);
- участок разделения, где происходит отделение индивидуальных боеголовок, наводящихся на разные цели, и выпуск ложных целей;
- баллистический участок, где все объекты движутся по инерции по траекториям свободного полета;
- участок подлета (конечный участок), когда боеголовки и ложные цели входят в плотные слои атмосферы.

Сторонники СОИ считают, что противоракетная система должна обеспечивать поражение атакующих ракет в первую очередь на активном участке, что и предполагает создание ударного космического оружия. Для этого существует несколько причин:

1) на активном участке противоракетной системе противостоит минимальное количество подлежащих уничтожению объектов (еще не произошло разделение боеголовки и не выпущены ложные цели);

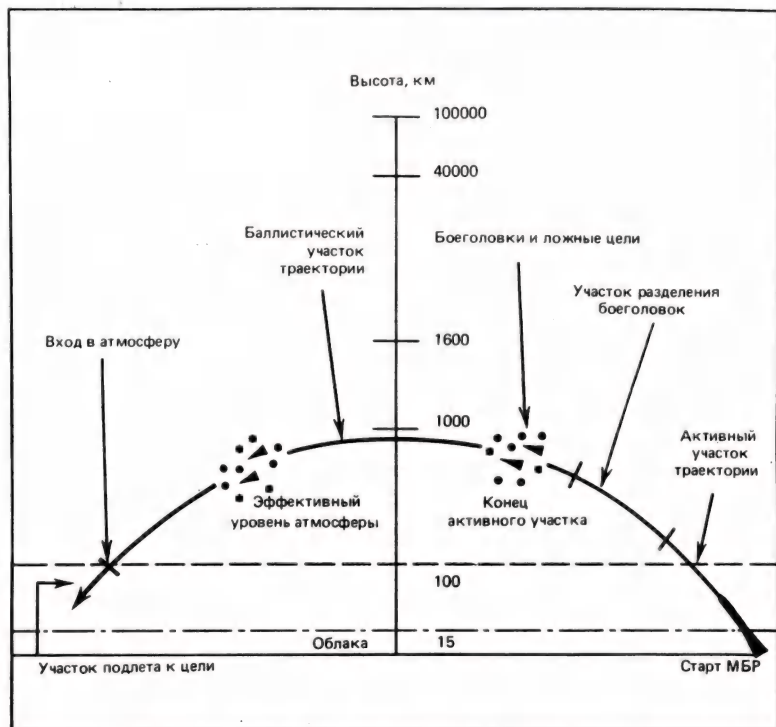
2) ракета наиболее легко обнаруживается средствами предупреждения из-за мощного факела, возникающего от сгорания топлива;

3) ракету больших размеров легче обнаружить; кроме того, она более уязвима, так как стенки топливных баков технически намного сложнее защитить от тепловых или ударных нагрузок, нежели сами боеголовки.

Активный участок траектории характеризуется двумя параметрами — временем набора полной скорости и высотой, на которой набирается эта скорость.

Время набора полной скорости задает жесткие ограничения на скорость подготовки противоракетной системы к действию и определяет ее скорострельность, которой она должна обладать для подавления масштабной одновременной ракетной атаки. Характерные времена для МБР и БРПЛ сейчас составляют 200–300 сек., но для ракет средней дальности, а также для будущих поколений стратегических ракет они значительно ниже. Высота, на которой набирается предельная скорость, определяет, какие технические средства могут быть использованы для поражения атакующих ракет. Принципиально важным, с точки зрения экранирования некоторых видов оружия, оказывается обстоятельство, находится ли эта высота в пределах атмосферы (эффективная высота атмосферы во всех дальнейших оценках принимается равной 100 км) или за ее пределами. Сейчас активный участок заканчивается за пределами атмосферы, а в будущем он может завершаться на 80–90 км.





Элементы траектории межконтинентальной баллистической ракеты

Важнейшей характеристикой космических боевых станций служит радиус действия средств поражения, "боезапас" станции и ее скорострельность. Сочетание этих параметров наряду с характеристиками активного участка и с требованием, чтобы любая точка поверхности территории соперника (или акваторий, где могут находиться его подлодки-ракетоносцы) в любой момент времени была в поле зрения по крайней мере одной из станций, определяет численность боевых станций и характер их размещения в космическом пространстве. Разные исследователи при определении необходимого количества станций получали значения, колеблющиеся от нескольких десятков до нескольких тысяч.

Отделение индивидуальных боеголовок от несущей их платформы на участке разделения сопровождается кратковременной работой двигателей разделения, что дает возможность противоракетной системе идентифицировать платформу и зафиксировать ее положение в пространстве. На этом участке существенно меняется одна из характеристик системы ПРО — механизм поражения целей, т.к. в данном случае объектом поражения становятся платформа или сами боеголовки.

Баллистический участок характеризуется двумя особенностями: са-

мая значительная продолжительность и наибольшее число целей — истинных и ложных.

Для МБР с дальностью полета порядка 10000 км время прохождения баллистического участка длится 20–25 мин. Перигей оптимальной по энергозатратам орбиты составляет 1000–1500 км. Возможны более энергоемкие траектории, в том числе менее крутые (настильные), которые отличаются также более коротким временем подлета к цели.

В ряде американских работ обращается внимание, что для БРПЛ и БРСД (баллистические ракеты средней дальности) типичными могут оказаться настильные траектории с малым временем подлета к цели. При этом часть баллистического участка будет находиться в атмосфере, а длительность этого участка существенно сократится.

Число целей может превышать число стартовавших ракет в десятки раз, если оборона на активном участке оказывается малоэффективной. Усредненно каждая стартовавшая ракета может нести, скажем, десять боеголовок, на каждую боеголовку выпускается одна ложная цель, полностью имитирующая боеголовку при спуске в атмосфере, и десять (или более) ложных целей для насыщения систем ПРО на баллистическом участке.

Перед обороной встает дилемма: уничтожить все без разбора цели или провести их предварительную селекцию. Обе задачи представляются более или менее в равной степени затруднительными.

При движении боеголовок и ложных целей вне атмосферы характер их движения целиком определяется земным гравитационным полем и может быть предсказан заранее с высокой точностью.

На конечном участке траектории число целей естественным образом резко сокращается — легкие ложные цели отстают при торможении в плотных слоях атмосферы. Боеголовка проходит конечный участок достаточно быстро — не более минуты.

Противоракетные системы на конечном участке носят локальный характер, в то время как противоракетная система для борьбы с ракетами на активном и баллистическом участках траектории должны обеспечить защиту всей территории обороняющейся стороны.

Все многократно упоминавшиеся средства поражения, типичные для СОВ, можно классифицировать следующим образом:

1) оружие направленной передачи энергии, где энергия выделяется в тонком слое мишени (ОНПЭ—внеш.); это, в частности, все виды лазерного оружия;

2) оружие направленной передачи энергии с более глубоким проникновением в материал мишени (ОНПЭ—внут.) — это пучковое оружие;

3) кинетическое оружие (КО) — это совокупность баллистических снарядов или снарядов, разогнанных до больших скоростей в различных ускоряющих устройствах, поражающих цель путем механического разрушения.

Средства ОНПЭ обладают рядом особенностей, делающих их уникальными по сравнению с существующими типами вооружений;

а) почти мгновенное поражение цели, так как энергия переносится практически с максимально возможной в природе скоростью — для лазеров со скоростью света (300 000 км/с), а для пучков частиц — со скоростью, приближающейся к ней;

б) большая дальность поражения, которая может достигать, в принципе, десятков тысяч километров. Предельные значения дальности поражения ограничиваются законами физики, которые утверждают, что принципиально невозможно создать строго параллельный пучок света или частиц.

И сторонники, и критики СОИ согласны в том, что эти особенности ОНПЭ в наиболее полной мере реализуются в свободном от атмосферы космическом пространстве.

## 1. ЛАЗЕРНОЕ ОРУЖИЕ

Лазерные лучи способны эффективно разрушать в результате теплового или ударного воздействия (последнее характерно для импульсных лазеров) тонкостенные оболочки: стенки топливных баков, корпуса самолетов и вертолетов, стенки нефте- и газохранилищ и т.п. Уже само перечисление потенциальных целей указывает на то, что такое оружие можно использовать как на активном участке траектории, так и при ударе из космоса по наземным целям.

Атмосфера прозрачна для лазеров, работающих в диапазоне длин волн примерно от 0,3 до 1 мкм, т.е. в диапазоне, перекрывающем видимый или оптический диапазон. Для более длинных волн — в инфракрасной области — в атмосфере существуют "окна прозрачности". Ниже 0,3 мкм атмосфера непрозрачна для лазерного излучения, это относится и к рентгеновским лучам. Однако даже свободно проходящий через атмосферу лазерный луч интенсивно рассеивается в облаках, в тумане, на аэрозолях и пылинках.

Чтобы прожечь лист алюминия эффективной толщиной 1 г/см<sup>2</sup>, требуется плотность энергии в пучке около 1000 Дж/см<sup>2</sup>. Для магниевых сплавов при той же эффективной толщине потребуется почти столько же энергии, для титана — в полтора раза больше (взяты наиболее типичные для стенок топливных баков ракет материалы).

Поглощение лазерного излучения происходит на сравнительно малой глубине вещества.

Если теплопроводность вещества поверхности облучаемого объекта велика, то даже за небольшое время успевает прогреться значительная толщина поверхностного слоя. В другом предельном случае вся энергия выделяется только в том слое, где произошло поглощение излучения — этот слой может успеть расплавиться, испариться и даже ионизоваться, а остальная масса материала почти не нагреется. Другими словами, порог теплового поражения можно существенно повысить, если покрыть поверхность оболочки слоем вещества с достаточно низкой теплопроводностью (т.н. абляционное покрытие), чтобы падающая



на поверхность энергия поглощалась в тонком слое покрытия, разогревала и испаряла его, оставляя основную поверхность ненагретой. У абляционных покрытий на основе углепластиков коэффициент температуропроводности почти на три порядка ниже, чем у алюминия, а слой абляционного покрытия эффективной толщиной  $0,5 \text{ г/см}^2$  (около 3 мм) может сохранять свои теплозащитные свойства под воздействием потока излучения почти в течение минуты. Толщина  $0,5 \text{ г/см}^2$  выбрана из тех соображений, чтобы вес топливных баков существенно не увеличивался. Такой теплоизолирующий слой может выдержать тепловую нагрузку порядка  $30 \text{ кДж/см}^2$ . По-видимому, это практический предел возможностей теплозащиты.

Если принять, что порог поражения стенок топливных баков ракет лазерным оружием составит около  $20 \text{ кДж/см}^2$ , то при помощи несложных расчетов, основанных на простейших физических законах, можно получить численное соотношение между радиусом поражения и яркостью излучения лазера (см. таблицу).

Радиус поражения, км	Яркость, Дж/стер
500	$5 \times 10^{19}$
1000	$2 \times 10^{20}$
3000	$2 \times 10^{21}$
10000	$2 \times 10^{22}$

Если учесть, что современный уровень лазерной техники обеспечивает яркость порядка  $10^{15} \text{ Дж/стер}$  для химических лазеров непрерывного действия, то из приведенных данных видно, что это в миллионы раз меньше требуемых для реализации параметров лазерного оружия.

Подчеркнем еще раз, что лазерное оружие наиболее эффективно для поражения топливных баков ракет. Боеголовки значительно лучше теплоизолированы, поскольку они рассчитаны на тепловые нагрузки при торможении в плотных слоях атмосферы. Реальные тепловые стойкости боеголовок, по-видимому, находятся где-то внутри интервала  $10 \text{ кДж/см}^2 - 100 \text{ МДж/см}^2$ .

Оптимальный размер пятна должен быть порядка размеров мишени. С учетом реальных размеров современных ракет этому требованию, скорее всего, удовлетворяет диаметр пятна порядка метра.

Сделанный вывод сразу же вносит ограничения на характеристики лазерного источника. Запас энергии в выстреле должен составлять  $200 \text{ МДж}$  — это эквивалентно взрыву пятидесятикилограммового снаряда. Коэффициент полезного действия лазеров не очень высок — в лучшем случае он порядка нескольких процентов. Избыточная энергия, выделяющаяся в самом источнике, настолько велика, что активная среда, в которой идет лазерный процесс, разрушается после выстрела. Если речь идет

о системах однократного действия, то проблем не возникает. Иное дело, когда необходимы лазерные источники многократного действия, к которым предъявляются достаточно жесткие требования.

Одновременно с ограниченной территории могут стартовать многие сотни ракет. Отсюда вытекают следующие требования к боевой станции:

- боезапас — до 1000 целей;
- скорострельность до 10 выстрелов в секунду (при продолжительности поражения на активном участке порядка 100 сек.).

В американских источниках в качестве реальных претендентов на место в противоракетной системе упоминаются 4 типа лазеров:

- а) химические лазеры на фтористом водороде;
- б) эксимерные лазеры;
- в) лазеры на свободных электронах;
- г) рентгеновские лазеры с накачкой от ядерного взрыва.

Источником энергии химического лазера на фтористом водороде — наиболее реального кандидата в ближайшие годы, по крайней мере, на демонстрационный вариант для космической противоракетной системы, служит энергия цепной реакции между фтором и водородом.

Рождающиеся в результате химической реакции молекулы фтористого водорода находятся в возбужденном состоянии и получают энергию в диапазоне волн около 2,8 мкм.

Как раз в этом диапазоне расположены многочисленные линии поглощения молекул водяного пара, откуда следует, что излучение лазера плохо пропускается атмосферой.

Для того чтобы обеспечить прохождение лазерного излучения без существенных потерь вплоть до поверхности Земли, может быть использован лазер на фтористом дейтерии, у которого излучение приходится на интервал длин волн 3,6—4 мкм, где атмосфера практически прозрачна.

Важной прикладной характеристикой химического лазера служит его удельное энерговыделение — количество энергии, которое можно снять с единицы веса газовой смеси.

Оценки экспертов Комитета советских ученых дают следующие максимальные возможные значения этой характеристики:

380 Дж/г	для	DF
530 Дж/г	для	HF

Лазер непрерывного действия реализуется путем быстрой прокачки рабочей газовой смеси через резонатор. В мощных химических лазерах прокачка идет со сверхзвуковой скоростью, и следует предусмотреть компенсацию отдачи этой струи. Такая система похожа на работающий реактивный двигатель и является источником сильных возмущений и вибрации, которые совершенно недопустимы в системах, рассчитанных на точное наведение и космическое базирование. В настоящее время речь идет о создании химических лазеров на фтористом водороде мощностью порядка нескольких мегаватт, при требуемых значениях мощности почти

на три порядка величины более высоких. Вряд ли этот разрыв удастся перекрыть за счет повышения удельного энерговыделения или увеличения объема резонатора. Хотя последний путь мог бы, в принципе, дать значительный численный выигрыш, он таит серьезную опасность из-за трудности обеспечения оптической однородности сверхзвукового потока при больших размерах его сечения.

Поэтому, по крайней мере в настоящее время, маловероятно, чтобы требуемые мощности были сняты с одного резонатора. Можно говорить о наборе таких идентичных блоков, устанавливаемых вместе и работающих одновременно. Особой синхронности в работе такой группы блоков не требуется, важно, чтобы все они были направлены на цель, с тем чтобы их лучи перекрывались на мишени. При таком решении задачи космической станции с лазерами непрерывного действия на борту резко возрастают.

В последние годы быстро развивались так называемые эксимерные лазеры, где активной средой оказываются нестабильные химические соединения благородных газов.

Характеристики эксимерных лазеров выглядят несколько лучше по сравнению с соответствующими величинами для химического лазера на фтористом водороде, если не касаться энергетики боевой лазерной станции. С этой точки зрения химические лазеры находятся вне конкуренции, поскольку для эксимерных лазеров с их малым КПД проблема энергетики накачки становится основной — ведь надо обеспечивать мощности порядка сотен гигаватт на каждой станции с частотой повторения порядка десятка герц.

По этой причине эксимерные лазеры космического базирования всерьез не рассматриваются. В качестве перспективных сторонники СОО пытаются представить эксимерные лазеры наземного базирования. Предлагаются сложные схемы нацеливания на ракеты противника с использованием сети зеркал космического базирования, часть которых располагается даже на геостационарной орбите. Такая схема принципиально возможна благодаря малой длине волны эксимерного лазера, в результате чего дальность (при тех же размерах зеркала) повышается по сравнению с химическим HF-лазером в десять раз.

Возможность генерации когерентного излучения в рентгеновском диапазоне представляет значительный интерес как в научном, так и в прикладном отношении. Еще лет десять тому назад казалось, что эта задача будет решена быстро, однако более внимательное рассмотрение выявило целый ряд трудностей.

Детальное рассмотрение приводит к выводу, что с уменьшением длины волны излучения резко возрастает уровень требуемой энергии накачки: для  $\lambda = 1 \text{ \AA}$  эта величина составляет  $10^{17} - 10^{19} \text{ Вт/см}^3$ . Важно отметить, что она пропорциональна четвертой степени длины волны, поэтому для  $\lambda = 10 \text{ \AA}$  (энергия квантов порядка 1 кэВ) необходимый энерговклад ниже  $10^{13} - 10^{15} \text{ Вт/см}^3$ .



И эти цифры аномально высоки — подобные условия могут реализоваться в ограниченном числе "экзотических" случаев, например в лазерном фокусе или при ядерном взрыве. Именно в таких случаях и удавалось создать условия для лазерной генерации в диапазоне длин волн порядка 10 Å (энергия в киловольтовом интервале).

Отсюда вытекает, что рентгеновские лазеры — это импульсные лазеры с достаточно малой длительностью импульса. При столь высоком энергокладе активная среда должна стать сильно ионизированной плазмой.

При длинах волн менее 2000 Å зеркальная оптика не работает и нет возможности использовать оптические резонаторы для усиления, формирования и фокусировки лазерного излучения. Рентгеновские лазеры попадают под это ограничение. Формирование и фокусировка излучения в этом случае осуществляется выбором соответствующей формы активной среды с учетом того, что расходимость луча определяется отношением поперечных размеров среды к продольным. Следовательно, наилучшей формой оказывается длинный тонкий цилиндрический стержень.

Однако соотношение между длиной и диаметром стержня нельзя, как оказывается, сделать сколь угодно большим ввиду дифракционных ограничений, которые определяют минимальную расходимость.

Рентгеновское излучение характеризуется сильным поглощением во всех веществах, включая воздух. Например, для азота при длине волны 14,6 Å поглощение идет на толщине  $2 \cdot 10^{-4}$  г/см<sup>2</sup> (напомним, что полная толщина атмосферы составляет 1000 г/см<sup>2</sup>). Поэтому излучение рентгеновских лазеров поглощается даже в остаточных слоях атмосферы на высотах около 150 км. Правда, если лазерный пучок достаточно мощный, он может пробить "дыру" в атмосфере.

## 2. ПУЧКОВОЕ ОРУЖИЕ

Пучки частиц высокой энергии могут обладать объемным характером поражения. Такие эффекты принято характеризовать количеством энергии, выведенной в единице объема (или массы) среды.

Типичная единица измерения — рад, соответствующая поглощению 100 эрг энергии в грамме вещества. Часто используется мегарад, равный поглощению 10 Дж в грамме вещества.

Обычно считается, что главное действие ионизирующего излучения в среде — это нанесение радиационных повреждений, на которые скорее всего реагируют элементы полупроводниковой радиоэлектроники. Типичный уровень радиации, приводящий к заметным повреждениям, — это мегарады. Новые полупроводниковые элементы на основе арсенида галлия обладают на порядок большей радиационной стойкостью. Дозы порядка десятков мегарад уже близки к порогу теплового разрушения отдельных конструктивных элементов космических систем. На уровне десятка мегарад оказываются теплоты плавления таких элементов, как уран и плутоний, составляющих основу ядерного оружия.

Рассмотрим конкретный случай, когда доза составляет 200 Дж/г (плавление урана и плутония), а длительность импульса 1 с. Тогда, пользуясь известными соотношениями, можно определить, что плотность тока составит  $10^{-4}$  А/см<sup>2</sup>. Если, как и в случае лазеров, рассматривать метровое пятно на мишени, то полный ток протонов равен одному амперу.

Уже неоднократно упоминалось, что электронные и протонные пучки распространяются без потерь только в вакуумных условиях, т.е. за пределами атмосферы на высотах свыше 200 км. Специфика еще и в том, что приходится иметь дело с заряженными пучками, подверженными влиянию внутренних (электростатическое расталкивание) и внешних факторов.

Более устойчивых результатов удастся добиться, используя хорошо известные в экспериментальной физике процессы перезарядки для получения пучка быстрых нейтральных атомов водорода.

Летающие почти со скоростью света атомы водорода могут легко потерять свой электрон, например, при рассеянии на остаточном газе в верхних слоях атмосферы. При этом они превращаются в протоны, которые подвержены действию со стороны магнитного поля Земли. По этой причине нейтральные пучки водорода эффективны только на высотах не ниже 200–250 км.

Проведенные оценки показывают, что пучковое оружие применимо для задач, требующих сравнительно небольшого радиуса поражения (не выше 1000 км).

С энергетической точки зрения ускорители заряженных частиц обладают уже сейчас относительно высоким КПД. Так что в будущем вполне реально, по-видимому, говорить о КПД порядка десятков процентов. С другой стороны, пучковое оружие применимо в эшелоне противоракетной системы, соответствующем баллистическому участку траектории. Поскольку длительность этого участка порядка 1000 с, а необходимые мощности, как мы видели, порядка гигаватт, то полный запас энергии на станции с ускорителем должен составлять около  $10^{12}$  Дж.

### 3. КИНЕТИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

Как уже говорилось ранее, кинетическое оружие — это совокупность снарядов-перехватчиков, которые направляются на объекты противника, находящиеся в космосе, и уничтожают их путем механического разрушения. Достаточно, чтобы относительная скорость снаряда и мишени была выше 1 км/с.

Разрушение цели может произойти не только в результате прямого попадания снаряда (чисто кинетическое оружие). Можно уничтожить цель в результате взрыва снаряда, пролетающего неподалеку от нее.

Анализируя опубликованные в печати данные, можно предложить следующую классификацию типов кинетического оружия:

1) баллистические перехватчики, движущиеся по инерции за пределами атмосферы и подверженные влиянию только гравитационного поля Земли

(в том числе и его неоднородностям, которые могут оказаться непредсказуемыми);

2) снаряды-перехватчики с наведением (самонаведением), которые могут быть использованы в атмосфере или за ее пределами и которые не обеспечивают прямого попадания в цель;

3) снаряды-перехватчики с наведением (самонаведением), обеспечивающие прямой контакт с целью.

Первые обсуждавшиеся и создававшиеся системы ПРО в США ("Сентинел" и "Сейфгард") были ориентированы исключительно на системы второго типа — на быстрые ракеты-перехватчики наземного базирования с ядерными боеголовками.

Похоже, что КО и по сей день остается основным (если не единственным) типом вооружений для целей ПРО на конечном участке полета боеголовки.

Развитие техники по сравнению с 60-ми годами привело к совершенствованию средств слежения и наведения. Последние эксперименты по программе ХОЭ (Хоминг Оверлей Эксперимент), а также противоспутниковое оружие на базе перехватчика, запускаемого с самолета F-15, — это пример системы КО третьего типа.

Для борьбы с атакующими ракетами на активном участке предполагается использовать системы КО третьего типа — перехватчики с самонаведением, причем самонаведение должно осуществляться инфракрасными датчиками, оптимизированными на свечение ракетных факелов. Другие типы КО кажутся неадекватными особенностям активного участка.

Важнейшей характеристикой перехватчика оказывается его скорость относительно боевой станции. Она во многом определяет эффективный радиус поражения перехватчика.

Скорости перехватчиков должны быть порядка 10 км/с, чтобы обеспечить радиус поражения 1000 км, сравнимый с поражающей способностью других типов боевого оружия космического базирования. В атмосфере скорость перехватчика гасится; кроме того, из-за нагрева внешней поверхности снаряда и ионизации атмосферы перестают действовать датчики наведения.

Для баллистического участка характерно достаточно длинное время прохождения его боеголовками и ложными целями: около 1000 с, что на порядок выше, нежели на активном участке. Кроме того, цели движутся по баллистическим траекториям, что позволяет достаточно точно предсказать орбиту цели и позволяет использовать КО первого типа — неуправляемые снаряды-перехватчики в случае решения задачи точного начального прицеливания.

Казалось бы, что большое время прохождения баллистического участка траектории может позволить иметь перехватчики с меньшей, чем на активном участке, скоростью, так как необходимый радиус поражения порядка тысяч километров легко достигается за счет большого времени. Это позволило бы облегчить ракеты-перехватчики и значительно увеличить боеза-



пас при одинаковом весе по сравнению со станциями, работающими на активном участке.

Боевые станции, предназначенные для поражения боеголовок, на баллистическом участке целесообразно размещать на высотах порядка 1000 км. При этом остается проблема борьбы с настильными тракториями ракет, когда облако целей проходит на небольшой высоте (200–300 км) за сравнительно короткое время (около 100 с). В этом случае снова речь должна идти о скоростях ракет порядка 10 км/с. Боевая станция должна иметь на борту некоторый запас ракет с такой конечной скоростью.

Разбор типичных ситуаций, где можно использовать системы КО, говорит о том, что к числу первоочередных задач следует отнести возможность сообщения снаряду-перехватчику собственной скорости порядка 10 км/с и выше. Если речь идет о снарядах с самонаведением, то подразумеваются конечные массы их порядка нескольких килограмм (в настоящее время вес достигает 15 кг). Отметим только, что кинетическая энергия снаряда, обладающего массой 1 кг и имеющего скорость 10 км/с, составляет 50 МДж. Отсюда вытекает, что требования на энергозатраты, в принципе, сравнимы с тем, что существует для лазерного и пучкового оружия. По-видимому, величина порядка 100 МДж/выстрел оказывается довольно универсальной характеристикой для оценок энергозатрат как для КО, так и для ОНПЭ.

Из имеющихся принципиальных возможностей придания макроскопическим телам больших скоростей отметим три следующие:

- выстрел из артиллерийских орудий;
- использование ракетного разгонного двигателя;
- электромагнитное ускорение (набор скорости за счет давления магнитного поля или за счет электрического поля).

Если в артиллерийских системах давление пороховых газов действует на снаряд весьма ограниченное время, то в электромагнитных системах, где используется принцип давления магнитного поля, длительность воздействия может быть значительно увеличена. Этим и определяется интерес к электромагнитным системам.

Наиболее простым примером электромагнитной ускоряющей системы является так называемый "рельсотрон".

Для электромагнитных систем (с использованием давления магнитного поля) можно выделить два основных недостатка:

- значительные линейные размеры, что затрудняет перенацеливание (с учетом компенсации отдачи) и, следовательно, понижает скорострельность, а также оказывается источником уязвимости;
- большой вес энергосистем.

С тактической точки зрения существует дилемма — что лучше: перехватчик с самонаведением или баллистический перехватчик. Похоже, что все тактические преимущества на стороне перехватчиков первого типа. Для таких перехватчиков важнее обладать большей массой, нежели слишком высокой скоростью. Поэтому электромагнитные системы, ориентиро-

ванные пока в основном на достижение "сверхскоростей", представляются на данном уровне мало подходящими для того, чтобы стать главным средством для запуска перехватчиков с самонаведением.

В свою очередь электромагнитные системы могут оказаться наиболее подходящими в условиях, где определяющим фактором оказывается скорость перехватчика.

#### 4. БОЕВЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

На основе проведенного анализа можно сделать некоторые выводы, касающиеся облика боевых космических станций. На таких станциях могут быть размещены следующие средства поражения:

- 1) химические лазеры;
- 2) ускорители ионов  $H^+$  с блоком перезарядки;
- 3) запасы ракет-перехватчиков;
- 4) электромагнитные пушки.

В ряде американских работ рассматриваются в этом качестве и генераторы микроволн.

Как уже отмечалось, одной из важнейших характеристик боевой космической станции оказывается ее боезапас, оценки которого следует делать на основе "наихудшего варианта". Так, например, для химического лазера (активный участок) следует допустить, что каждая станция должна обладать способностью уничтожить **все** атакующие ракеты (скажем, 1000 ракет). Запас энергии в выстреле был оценен ранее — это 200 МДж. Реально удельный энерговыход смеси  $H_2$  и  $F_2$  составит около 100 Дж/г, т.е. на один выстрел требуется 2 т рабочей газовой смеси. Таким образом, только минимальный запас топлива на станции должен составить 2000 тонн!

Для ускорителей заряженных частиц и электромагнитных пушек потребуются источники энергии, общий вес которых окажется не ниже приведенной выше величины.

Вес ракеты-перехватчика также лежит в пределах тонн.

Большие линейные размеры (сотни метров) характерны для ускорителей и электромагнитных пушек. Химические лазеры могут иметь многомодульную структуру, что также значительно повышает их размер.

Итак, для боевых космических станций характерными величинами оказываются:

- вес порядка тысяч тонн,
- размеры порядка сотен метров.

Можно снизить вес, пойдя на увеличение числа станций, но размеры принципиальны, их уменьшить нельзя.

В любом случае невозможно провести монтаж боевой станции на основе небольшого числа полетов транспортного космического корабля, пусть даже нового поколения, таких полетов должно быть много, а процесс сборки не может быть осуществлен без участия человека и использования дополнительных механизмов.

Проведенные оценки не учитывают комплекса средств и мероприятий, необходимых для защиты боевых станций от средств противодействия, а также необходимости резервирования входящих в состав станции систем. Учет этих обстоятельств ухудшит весовые характеристики в несколько раз.

Если даже обеспечить идеальную работоспособность всех элементов (техническую надежность), то оперативная надежность боевых космических станций (т.е. эффективность поражения целей) во многом будет определяться ограниченной боеспособностью станций.

Неполная оперативная надежность каждого из эшелонов означает дополнительную "нагрузку" на последующие эшелоны или необходимость в их резервировании. Особенно остро эта проблема стоит для первого и последнего эшелонов. В случае космических станций невозможность достичь полного уничтожения ракет на активном участке означает огромное (в десятки раз) наращивание числа целей для последующих эшелонов, а стремление повысить оперативную надежность ведет к резкому удорожанию системы в целом, росту уязвимости и снижению ее технической надежности за счет усложнения структуры связей между подсистемами и повышения числа элементов.

Недостаточная надежность конечного эшелона ведет к поражению целей пропущенными боеголовками. Преодоление этого рода ненадежности может быть осуществлено лишь до некоторой степени при помощи создания избыточных систем.

Отмеченные технические трудности делают возможность создания такой высокоэффективной системы с использованием ударного космического оружия в обозримом будущем весьма проблематичной, требующей затраты гигантских ресурсов. Отражением этого понимания до известных пределов могут служить так называемые "критерии Нитце". В их числе требование того, чтобы противоракетная система была экономически более эффективной по сравнению со средствами нападения (т.е. стоимость обороны должна быть ниже стоимости нападения; сейчас ситуация противоположная — по оценкам многих американских специалистов, оборона дороже нападения как минимум в 3—4 раза).

Энергия, необходимая для каждого выстрела космического оружия любого типа, была оценена выше — в 200 МДж. Если говорить о системах космического базирования, то наилучшей характеристикой с точки зрения энергоемкости обладает химический лазер. Величину 100 Дж/г, несмотря на существующий разброс оценок, можно использовать для расчетов. Это значит, что на каждый выстрел по цели будет уходить 2 т химического топлива — для надежности уничтожения следует предусмотреть два—три выстрела по одной цели. Далее, вес боевой станции должен превышать вес горючего, по крайней мере вдвое (а с учетом упомянутых мер борьбы со средствами противодействия и еще больше, скажем, второе). Все космические станции рассчитаны на однократное использование, поэтому на каждый выстрел приходится дополнительно 6 т веса станции. Всего тем самым на каждой станции для поражения одной цели должно быть выведено в космос 12 т.



Но сеть космических боевых станций обладает значительным коэффициентом отсутствия\*.

Даже воспользовавшись минимальным значением КО порядка 10, получаем, что для поражения одной цели сторона, создающая ударное космическое оружие, должна вывести в космическое пространство 120 т полезной нагрузки. В свою очередь, соответствующий вес, который выводится в космос МБР (каждая ракета выводит несколько боеголовок, а на активном участке она рассматривается как одна цель), составляет всего несколько тонн. Соотношение явно не в пользу противоракетной системы.

## **II. НЕКОТОРЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРО ДЛЯ ПЕРЕХВАТА БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ НА КОНЕЧНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА**

Как уже отмечалось выше, сторонники создания широко-масштабной противоракетной системы в США с началом работ по программе СОИ сделали основной упор на использование космических средств либо средств с элементами космического базирования для перехвата боеголовок в первую очередь на активном и баллистическом участках траектории МБР, на которые в совокупности приходится примерно 95—97% полетного времени.

В последнее же время многие западные специалисты вновь стали уделять все больше внимания вопросам использования средств наземного базирования и воздушного запуска для обеспечения перехвата боеголовок на конечном (подлетном) участке их траектории. Это связано в значительной мере с растущим пониманием сложнейших проблем повышенной уязвимости и ненадежности космических компонентов (эшелонов) широко-масштабной противоракетной системы, одним из ярких свидетельств чего явилась недавняя трагедия — гибель американского космического корабля многоцелевого пользования "Челленджер".

Ориентация при перехвате боеголовок МБР на подлетный участок их траектории обладает определенными тактико-техническими достоинствами. Прежде всего, с момента старта атакующей МБР до входа ее боеголовок в плотные слои атмосферы в относительной близости к цели проходит около 30 минут. Такой временной интервал позволяет точнее и надежнее идентифицировать объект перехвата, проводить целеуказание и рассчитывать траектории перехвата на подлетном участке. Этот участок начинается на высотах порядка 100 км, с входом боеголовок в плотные слои атмосферы, которые начинают оказывать заметное влияние на траектории боеголовок и ложных целей. На высотах порядка 60 км под влияни-

---

\* Отношение полного количества космических боевых станций к числу станций, находящихся над целью.

ем сопротивления атмосферы более легкие ложные цели начинают отставать, в то время как перед более массивными боеголовками образуется ионизированный ударный слой. Этот слой и ионизированный воздушный след со светящимися частицами теплоизолирующего материала боеголовки облегчают ее обнаружение и наведение противоракетной системы.

Однако организация противоракетной обороны на подлетном участке траектории связана и с весьма значительными сложностями. Прежде всего на подлетный участок приходится наименьшая часть времени полета ракеты. Обычно весь полет в плотных слоях атмосферы длится не более 1 мин.

Таким образом, в распоряжении обороняющейся стороны имеются считанные секунды от момента, когда под воздействием атмосферы начнется отделение ложных целей, до того когда необходимо осуществить запуск перехватчика.

В целом можно выделить две возможные схемы построения ориентированной на конечный участок траектории МБР системы противоракетной обороны, решающие принципиально различные по сложности задачи:

- надатмосферный перехват при обороне значительной по площади зоны, объекты которой не обладают прочностью, достаточной, чтобы выдержать воздействие близкого ядерного взрыва;

- внутриаатмосферный перехват при обороне "точного" укрепленного объекта.

Первая из названных задач по сложности многократно превосходит вторую. Большая площадь обороны требует значительного увеличения количества средств перехвата, необходимых для ее прикрытия. Ужесточаются требования к подсистеме слежения за целями: перехват необходимо обеспечить на значительных высотах, вследствие чего резко возрастает количество целей, поскольку до входа боеголовок в плотные слои атмосферы произвести их селекцию на фоне ложных целей невозможно.

Предварительную информацию об атакующих боеголовках выдают высокоточные радары наземного базирования. Для точного наведения при надатмосферном перехвате цель должна быть обнаружена оптическими или ИК-датчиками уже на значительных высотах. Поскольку температура корпуса боеголовки на этом участке полета остается сравнительно низкой, необходимо использовать датчики, работающие в дальней ИК-области. Такие датчики целесообразно устанавливать на высотных летательных аппаратах, чтобы минимизировать влияние молекул воды и углекислого газа, содержащихся в атмосфере.

Таким образом, задача надатмосферного перехвата требует организации сложной системы обнаружения и наведения, работающей в условиях жестких временных ограничений, связанных с коротким временем поражения и большим количеством целей.

При внутриаатмосферном перехвате сокращается выбор возможных средств поражения. Поскольку речь идет о поражении с поверхности земли или из нижних слоев атмосферы (в случае воздушного базирования средств противоракетной обороны) боеголовок атакующих ракет, оружие

направленной энергии не представляется эффективным средством для решения подобных задач, так как между источником излучения и подлежащей перехвату боеголовкой всегда будет достаточно плотный слой атмосферы. На этом участке в качестве средств перехвата могут быть использованы ракеты, обладающие форсированным разгоном и базирующиеся вблизи обороняемых объектов. При этом зона вблизи обороняемых объектов должна быть насыщена такими перехватчиками.

В случае использования ракеты—перехватчика с неядерной боевой частью расчет может быть сделан либо на механическое соударение с целью, либо на образование плотного осколочного поля поражения в непосредственной близости от нее. Такой перехват требует исключительно высокой точности наведения и возможности селекции боеголовок на фоне ложных целей на высотах, где влияние атмосферы на них еще не является существенным. В противном случае придется обеспечивать перехват огромного числа целей, большая часть которых — ложные.

Другое техническое решение, предлагаемое для обороны на подлетном участке, — запуск "ракетного роя". При этом значительное количество небольших несамонаводящихся средств перехвата запускается в направлении приближающейся боеголовки. Такой "рой" может обеспечить плотное заполнение области диаметром несколько десятков метров на расстоянии 1 км от обороняемого объекта. В случае правильного расчета траектории подлетающей боеголовки и точного направления и времени запуска "роя" вероятность поражения атакующей боеголовки достаточно велика. Однако такой способ непригоден для надатмосферного перехвата, поскольку на больших расстояниях от обороняемого объекта "ракетный рой" рассеивается, т.е. возможно значительное расхождение траекторий составляющих его ракет.

Поскольку атакующая боеголовка может быть снабжена устройством, обеспечивающим ее подрыв при попытке перехвата, такое техническое решение пригодно лишь для защиты сети укрепленных объектов, способных выдержать низковысотный ядерный взрыв (типа шахт МБР).

Две особенности обороны "точечных" укрепленных объектов на подлетном участке траектории боеголовок МБР делают задачу проще, чем в случае обороны значительной по площади зоны. Во-первых, для поражения укрепленного объекта необходимо произвести наземный или низковысотный ядерный взрыв с высокой точностью наведения поражающего устройства. Это позволяет обороняющемуся осуществлять перехват на высотах и дальностях всего в несколько километров от объекта, что дает больше времени на расчет траектории и наведения перехватчика. При этом вероятность перехвата может быть повышена, поскольку конус возможных траекторий атакующих боеголовок своей вершиной сходится к обороняемому объекту, и в его более узкой (вершинной) области можно точнее рассчитать траектории перехвата.

Во-вторых, при защите разветвленной сети укрепленных объектов допускается менее эффективная оборона. Даже если она в состоянии осу-



шестить перехват менее 50% атакующих боеголовок, то этого достаточно, чтобы обеспечить "выживание", например, части шахтных пусковых установок МБР.

Однако все схемы построения средств противоракетной обороны, ориентированные на механический контакт или подрыв в непосредственной близости от атакующей головки, могут, как показывает ряд исследований, стать почти полностью неэффективными, если атакующая боеголовка будет обладать способностью маневра на заключительном участке траектории. В этом случае одним и наиболее "приемлемым" с технической точки зрения выходом может рассматриваться перехватчик с ядерным боезарядом. При этом низковысотный взрыв боевой части такого перехватчика почти неизбежно приведет к "ослеплению" собственных систем наведения, нарушению в работе систем управления и связи.

Таким образом, противоракетное оружие наземного базирования для перехвата ядерных боеголовок на конечном участке траектории не может обеспечить создания сколько-нибудь надежной ПРО территории страны.

Под углом зрения обеспечения перехвата на конечном участке могут рассматриваться и ведущиеся в США разработки нового поколения противоспутниковой системы воздушного запуска (система АСАТ). С точки зрения функциональных требований система АСАТ достаточно сильно отличается от противоракетной системы. Однако между задачами перехвата и уничтожения спутника на околоземной орбите и боеголовки МБР на подлете к цели технически много общего. Так, высокоточные системы самонаведения большого радиуса действия и средства поражения, разрабатываемые для системы АСАТ, вполне могут использоваться для ракет-перехватчиков в отдельных схемах противоракетного комплекса.

Собственно, ракеты-перехватчики воздушного запуска системы АСАТ (с борта истребителей-бомбардировщиков) малоцелесообразно использовать непосредственно для перехвата боеголовок стратегических ракет на подлетном участке их траектории. Помимо того, что такая система достаточно инерционна, ибо уничтожение спутника на орбите может быть осуществлено при значительно менее жестких временных ограничениях, она еще делает оборону экономически крайне нецелесообразной из-за потребности в весьма значительном (до 10 тыс. самолетов-носителей малых ракет, предназначенных для поражения боеголовок) количестве дорогостоящих платформ воздушного запуска.

Вместе с тем самонаводящееся устройство, разработанное в рамках системы АСАТ, может быть смонтировано и на специальных ракетах-перехватчиках наземного базирования. В целом совершенно очевидно, что разработка противоспутникового оружия может использоваться для отработки элементов системы противоракетной обороны и ее развертывания с целью гарантировать выживание небольшого числа особо важных объектов.

Нередко на Западе высказывается идея о возможности постепенной трансформации объектов или зональных комплексов (систем) в ПРО

территории страны путем простого добавления все новых и новых объектов или районов с аналогичными противоракетными средствами, а также средствами космического базирования, основанными на иных физических принципах.

В то же время ряд исследований убедительно говорят о том, что и добавление космических эшелонов, и увеличение числа комплексов ПРО наземного базирования (или воздушного запуска) не ведет к снижению требований к объектовой или зональной ПРО. Это обусловлено тем, что при массированном ракетно-ядерном ударе принципиально невозможно предсказать, какие из боеголовок будут перехвачены до подлетного (конечного) участка их траектории и, следовательно, какое число боеголовок выходит на тот или иной объект или зону, прикрываемые противоракетными средствами наземного базирования или воздушного запуска для надатмосферного перехвата.

Это обстоятельство, в числе прочих, определяет наличие качественного барьера между ограниченной системой ПРО одного района, разрешенной по Договору об ограничении систем ПРО 1972 г. и Протоколу к нему 1974 г., и развертыванием большого числа таких систем.

### **III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УДАРОВ ПО ВОЗДУШНЫМ И НАЗЕМНЫМ ОБЪЕКТАМ**

Диалектика развития систем оружия убедительно свидетельствует об условности их деления на наступательные и оборонительные. Принципиально к чисто оборонительным могут быть отнесены лишь абсолютно пассивные средства защиты. Если же оборонительная система содержит активные поражающие элементы, она всегда, с большей или меньшей эффективностью, может быть использована как средство нападения.

Очевидно, что это в полной мере справедливо и для широкомасштабной противоракетной системы с космическими эшелонами. Возможное размещение задействованных в ней поражающих средств непосредственно над территорией противника, использование источников высокой энергии, практически мгновенно передаваемой на неограниченные расстояния, создают уникальные возможности для атаки различных объектов.

В большинстве работ, затрагивающих в той или иной форме эту проблему, делается практически однозначное заключение о том, что, несмотря на ряд ограничений, вполне возможно использование элементов, разрабатываемых в рамках СОИ, против объектов не только в космосе, но и в атмосфере и на поверхности Земли.

Учитывая подобные оценки, представляется далеко не случайным, что данная проблема практически не упоминается ни в одном официальном американском документе, посвященном "стратегической оборонной

инициативе", поскольку возможность получения подобных, своего рода побочных, результатов программы СОИ вступает в резкое противоречие со всей "оборонительной логикой", предлагаемой в ее защиту.

Действительно, приобретение возможности уничтожать ударами из космоса наземные объекты никак не может свидетельствовать в пользу "стабилизирующего характера космической обороны".

В результате создания и развертывания подобных космических систем двойного использования совершенствование наступательных видов оружия может двинуться в принципиально новом направлении, характер и последствия которого в настоящее время трудно предсказать.

Разумеется, системы, которые сегодня предполагают использовать в качестве элементов, поражающих баллистические ракеты в полете, будут обладать различным потенциалом для поражения воздушных и наземных объектов.

Напомним, в рамках программы СОИ рассматриваются следующие средства поражения:

- кинетическое оружие (от металлических фрагментов, которым сообщена большая скорость, до небольших самонаводящихся ракет);
- электромагнитное оружие;
- пучковое оружие;
- лазерное оружие.

Определяющим фактором при использовании названных средств поражения против воздушных и наземных объектов будет их способность преодолеть земную атмосферу. По этому признаку с уверенностью может быть отброшено только пучковое оружие, поскольку даже тонкий слой атмосферы служит для него непреодолимой преградой.

Кинетическое оружие в принципе может преодолевать земную атмосферу и поражать объекты на поверхности Земли, однако представляется нецелесообразным использовать небольшие неядерные самонаводящиеся ракеты или поражающие элементы, вовсе не снабженные боевой частью, а лишь обладающие высокой скоростью для атаки наземных объектов. Более логично было бы предположить, что они будут использованы для атаки воздушных целей.

При этом следует учитывать фундаментальные физические факторы. Современные боеголовки МБР входят в атмосферу со скоростью 6—7 км/с, а результирующая баллистическая точность попадания в цель составляет сотни метров. Улучшения точности на порядок величины можно достичь при помощи систем самонаведения. Однако и точность в десятки метров мало подходит для поражения самолета сравнительно небольшим снарядом (даже в "зонтичном" варианте эффективная площадь снаряда не превышает нескольких метров).

В варианте атаки "космос—воздух" скорости входа в атмосферу будут существенно выше и составят 11—12 км/с (сумма орбитальной скорости и скорости, приобретаемой в результате импульса по направлению к цели). Сила торможения при этом возрастет в несколько раз, поскольку она



пропорциональна кубу скорости снаряда. Увеличение силы торможения резко ужесточит тепловой режим прохождения через атмосферу, что существенно ограничит возможность использования космической шрапнели (облака фрагментов), поскольку она будет сгорать в атмосфере. Кроме того, возникнут трудности с работой ИК-датчиков, составляющих основу современных систем самонаведения.

Таким образом, представляется, что в обозримой перспективе кинетическое оружие вряд ли будет эффективным средством для поражения из космоса объектов в атмосфере или на поверхности Земли.

Поражающее действие электромагнитного оружия заключается в создании помех в работе электронной аппаратуры и в выводе ее из строя. Этот вид поражающих средств особенно эффективен при нанесении первого удара для ослепления командных центров и вывода из строя средств связи противника. Создание узконаправленного электромагнитного импульса возможно при атаке из космоса по объектам на Земле и в атмосфере.

Как уже отмечалось, основной механизм воздействия лазерного оружия обычно связан с разрушением путем теплового или ударного поражения объектов с тонкостенными оболочками. Это, например, помимо баллистических ракет, корпуса самолетов и вертолетов, стенки нефте- и газохранилищ и т.п. Наконец, мощный поток лазерного излучения может просто поджечь лес, деревянные конструкции, пластиковые покрытия и т.п. Кроме того, для вышеперечисленных целей не требуется обеспечения такой высокой скорострельности, как для поражения целей в космическом пространстве в рамках СОИ. Снижаются также требования к энергетике источников излучения, и в результате использование лазерного оружия в наступательном варианте может оказаться технически более простой задачей, чем в широкомасштабной противоракетной системе с космическими эшелонами.

Конечно, прохождение лазерного пучка через атмосферу — одна из важнейших проблем СОИ, где большие надежды возлагаются на использование методов адаптивной оптики или обращение волнового фронта, чтобы обеспечить прохождение излучения наземных лазеров за пределы атмосферы с минимальными потерями. Пока неясно, как обеспечить столь же надежное прохождение лазерного пучка к поверхности Земли, поэтому при использовании наступательного лазерного оружия из космоса трудно гарантировать априори его хорошую фокусировку на воздушной или наземной цели.

Однако представляется, что соответствующим подбором длины волны лазерного излучения задача его прохождения до поверхности Земли может быть решена с приемлемыми энергетическими потерями.

Другим серьезным препятствием прохождения лазерного луча в данном варианте может стать плотная облачность и различного рода дымы, которые могут оказаться для него полностью непрозрачными. Этот фактор вносит существенные ограничения на использование космического лазерного оружия против наземных объектов, но меньше препятствует его применению против высотной авиации, когда она находится выше уровня облачности.

Таким образом, может оказаться, что наиболее очевидным вариантом применения космического лазерного оружия против атмосферных объектов будет уничтожение высотных авиационных систем в полете, в первую очередь на больших высотах. Решение этой задачи облегчается также тем обстоятельством, что оба класса объектов — баллистические ракеты в полете и высотные авиационные системы — практически идентичны по своим прочностным характеристикам, но самолеты отличаются значительно более низкими скоростями, что облегчает задачу наведения.

В данном варианте использования лазеров объектами поражения могут стать стратегические бомбардировщики, выполняющие задачи боевого патрулирования или поднявшиеся в воздух по сигналу предупреждения о ядерном нападении. Ключевой проблемой для поражения данного класса целей становится задача их надежного распознавания и отслеживания.

Решение задачи надежного обнаружения и эффективного поражения авиационных систем противника в воздушном пространстве над его собственной территорией может создать принципиально новую стратегическую ситуацию. Лазерное оружие может быть использовано не только против стратегических бомбардировщиков, но и для уничтожения командных центров воздушного базирования, которые предназначены для выполнения важных функций управления войсками. До последнего времени считалось, что коренным преимуществом таких центров является трудность обнаружения, высокая мобильность и неуязвимость. Эти центры воздушного базирования являются важным дополнением наземных средств управления, которые в настоящее время становятся все более уязвимыми для ядерного нападения. Уязвимость воздушных систем этого класса, возможно, требует коренной перестройки всей организации командования и управления.

Таким образом, если принять во внимание также возможности использования практически всех названных средств поражения для уничтожения спутников раннего предупреждения и связи, становится очевидно, что сторона, создавшая и развернувшая широкомасштабную противоракетную систему с космическими эшелонами, может получить в свои руки также и эффективное средство нанесения упреждающих "ослепляющих" ударов одновременно по всем компонентам системы командования и управления противника. Хотелось бы подчеркнуть, что способность поражать авиационные системы в полете над территорией противника является коренным преимуществом систем космического базирования, причем подобного рода задачи не могут быть пока удовлетворительно решены с помощью уже существующих систем оружия. Это обстоятельство, видимо, должно стать еще одним важным стимулом для ускоренного развития систем космического базирования, разумеется, при условии, что будут успешно решены проблемы, связанные с обнаружением и нацеливанием.

Гораздо менее определенные выводы могут быть сделаны, видимо, относительно возможности уничтожать с помощью направляемых из космоса лазерных лучей объекты, находящиеся на поверхности Земли. Энергетические характеристики лазерных установок космического базирования,



даже при достижении параметров, необходимых для уничтожения МБР в полете, видимо, будут недостаточны для поражения широкого класса наземных укрепленных объектов, таких, например, как шахты баллистических ракет, командные пункты, самолеты в укрепленных укрытиях и т.п. Существенные ограничения на использование космических лазерных систем против наземных целей вносят также, как уже отмечалось, атмосферные условия над потенциальными целями, что в принципе дает возможность защищать важные объекты путем создания над ними различного рода дымовых завес и других препятствий для прохождения лазерного луча.

Задача поражения менее защищенных объектов существенно проще, поскольку их уязвимость выше. Таких объектов значительно больше, и это обстоятельство, естественно, создает дополнительные трудности в создании искусственных помех лазерному лучу. Для незащищенных наземных объектов существуют оценки тепловой стойкости:  $0,01 - 1 \text{ Кдж/см}^2$  для возгораемых материалов и  $1 - 10 \text{ Кдж/см}^2$  для расплавления металлических оболочек, не имеющих специальных поглощающих или отражающих покрытий. Если сравнить эти показатели с оценками возможных пределов теплостойкости стенок топливных баков баллистических ракет ( $10 - 20 \text{ Кдж/см}^2$ ), то можно прийти к заключению, что космические лазерные установки, обладающие способностью поражения МБР на активном участке траектории, могут быть также использованы для поражения широкого класса наземных незащищенных объектов. Однако для того чтобы сделать окончательный вывод, необходимо сделать поправку на ослабление лазерного луча в атмосфере, особенно в ее нижних слоях, для которых характерна более высокая загрязненность.

Таким образом, если принять во внимание все перечисленные факторы, можно прийти к заключению, что даже при надлежащих атмосферных условиях лазерные системы космической противоракетной обороны будут, видимо, иметь ограниченную область применения при поражении наземных объектов. Эти средства могут быть использованы для нанесения ударов по различного рода гражданским объектам, а также целям военной инфраструктуры типа нефтехранилищ, нефтеперегонных заводов, складов военного снаряжения. Они будут обладать определенными возможностями для нанесения ударов и по таким военным объектам, как транспортные суда, места сосредоточения войск и военной техники и т.п. Одной из наиболее важных характеристик лазерного оружия космического базирования следует считать то обстоятельство, что все перечисленные объекты могут быть поражены вне зависимости от их местоположения, как в прифронтовой полосе, так и в глубине территории противника. Однако все перечисленные возможности и преимущества использования космических лазерных систем против наземных объектов в большой степени могут быть сведены на нет их зависимостью от погодных условий.

Как уже отмечалось, развернутая в космосе система противоракетной обороны с использованием лазерного оружия помимо своего основного предназначения будет также обладать потенциалом для поражения авиа-



ционных систем в полете. Использование космических лазерных станций в этих целях представляется в большей степени вероятным, поскольку космические системы будут обладать практически уникальными возможностями подобного рода.

Уникальность базирования космических платформ, обеспечивающих приближение поражающих средств практически к любой точке территории противника, порождает и еще одну опасность. У стороны, развернувшей в космосе систему платформ-носителей, может возникнуть желание разместить на них ракеты с ядерными боеголовками для атаки наземных объектов противника.

Развертывание широкомасштабной противоракетной системы с космическими эшелонами создаст принципиально новую ситуацию в системе оценок относительно военно-технической целесообразности размещения в космосе ядерного оружия. Наличие единой системы связи и управления, увязывающей и координирующей действия всех космических платформ, существенно повышает привлекательность такой схемы и ее технические возможности.

В американских источниках часто рассматривается гипотетический сценарий, когда системы космической ПРО имеются у обеих сторон. В этом случае установка ядерного оружия на платформах в космосе может оправдываться тем, что при нанесении ударов по наземным целям средства ядерной доставки не будут подвержены действию нескольких (причем наиболее эффективных) слоев обороны. Конечно, размещение на космических платформах ядерного оружия для поражения объектов на поверхности Земли будет нарушением Договора 1967 г. о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела. Однако первый шаг в этом направлении уже намечен в связи с разработкой рентгеновского лазера для космической противоракетной системы. Как известно, в качестве источника накачки в нем используется энергия ядерного взрыва, т.е. на орбиту должно выводиться ядерное взрывное устройство. И хотя оно не будет использоваться непосредственно для поражения целей, это не меняет сути дела.

Малый вес и габариты размещаемых на космических платформах ракет позволят при относительно небольших затратах доставить их в значительных количествах на орбиту. Одним из вариантов их развертывания может стать замена на космические объекты противоракетной системы части ракет-перехватчиков, предназначенных для уничтожения МБР. Причем подобный вариант размещения ядерных ракет в космическом пространстве будет очень трудно контролировать национальными техническими средствами. Если же для подобных объектов противоракетной системы будет принята активно обсуждаемая сегодня схема перехвата с использованием ядерного оружия, то любые разговоры о проверке потеряют смысл, а, следовательно, возможности любых соглашений о запрете или ограничении систем данного типа будут практически исключены.

Ядерная атака из космоса может характеризоваться возможностью поражения любой точки на земной поверхности со сравнительно малым подлетным временем (вплоть до 1–2 минут). Правда, как уже отмечалось в рассмотренном нами варианте атаки "космос–воздух", сила торжества приведет к повышенному нагреву поверхности боеголовки и снижению точности ее наведения.

Итак, существенным недостатком подобной схемы развертывания ядерного оружия является значительное снижение точности доставки ядерных боеголовок по сравнению с показателями, достигнутыми на сегодняшний день для МБР. Но этот недостаток, очевидно, не является непреодолимым.

Другой недостаток системы подобного типа — слишком высокая скорость входа в атмосферу боеголовок, не позволяющая пока достигать удовлетворительной точности их наведения на цель. Однако высокая скорость может стать и их важным преимуществом, поскольку значительное снижение подлетного времени (которое будет меньше, чем у современных ракет средней дальности, таких как "Першинг-2"), окажет существенное влияние на работу систем раннего предупреждения и, соответственно, на всю систему перехвата таких боеголовок.

Таким образом, подводя итог, можно сказать, что непосредственным результатом развертывания широкомасштабной противоракетной обороны с элементами космического базирования станет, во-первых, появление новых, не существовавших ранее возможностей для поражения систем управления и связи противника, размещенных на авиационных средствах, а также, возможно, наземных объектов некоторых типов. Подобная система, которая якобы ориентирована против баллистических ракет, приведет к новому витку гонки ядерных вооружений, правда, на этот раз уже в космическом пространстве, куда может быть перенесена значительная часть наступательной ядерной мощи обеих сторон.

#### **IV. ПОДСИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ**

##### **1. ПОДСИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ, ОПОЗНАВАНИЯ И НАВЕДЕНИЯ НА ЦЕЛЬ**

Необходимость создания ударного космического оружия, в том числе противоракетного, для внутриатмосферных и космических носителей требует, как это отмечалось неоднократно в ряде опубликованных работ американских авторов, разработки принципиально новых систем обнаружения и наведения, обеспечивающих высокую точность, надежность и эффективность систем оружия.

Характеристики систем обнаружения и наведения во многом определяются параметрами оптико-электронных схем формирования изображения. Основные проблемы создания высокоточных систем обнаружения, опоз-

навания и наведения касаются проектирования приемников видеоинформации (изображения) и комплексирования его с бортовым вычислителем.

Рассмотрим на основе опубликованных данных требования, предъявляемые к такого рода сенсорным устройствам, и некоторые их параметры, обеспечивающие их выполнение.

В основном они касаются обеспечения достаточно высокой вероятности обнаружения, опознавания и захвата цели на больших дальностях, а также времени и точности выдачи команд целеуказания, захвата цели, приоритизации в смысле нанесения удара (в случае нескольких целей) и наведения оружия.

Функции этих датчиков могут быть весьма разнообразными. Прежде всего это дискретизация входной информации, обеспечивающая последующий ввод в вычислитель. Кроме того, выполнение чувствительных элементов на кристаллических структурах позволяет не ограничивать их функции только преобразованием типа "свет-сигнал", но значительно расширить их в сторону выполнения ряда операций обработки изображения, предшествующих стадии опознавания цели. Последнюю, как правило, выполняет сам вычислитель. К этим стадиям, называемым предпроцессорной обработкой изображения, можно отнести:

- фильтрацию шумов;
- усиление информативной части изображения;
- выделение информативных признаков цели;
- предварительную классификацию (предварительное разбиение входного изображения на информативные и неинформативные участки).

На долю процессора должна оставаться стадия принятия окончательных решений о цели, ее принадлежности к определенному классу, приоритете в смысле очередности поражения (в том случае, если целей несколько).

Проанализируем возможности оптико-электронной системы в смысле обеспечения дальностей обнаружения и опознавания. При этом будем иметь в виду, что для обнаружения цели в поле зрения системы проекция ее должна занимать в фокальной плоскости один—два элемента разложения, для опознавания же ее необходимым условием является тот факт, что ее проекция должна занимать не менее восьми элементов мозаичного датчика. Приведенные данные соответствуют значениям общепринятых критериев обнаружения и опознавания изображений, имеющих растровую (дискретную) структуру.

Согласно имеющимся данным, угловое разрешение системы обнаружения цели на дальностях порядка 5000 км должно составлять примерно  $10^{-6}$ — $10^{-7}$  рад. При этом линейный размер чувствительного элемента приемника для наиболее перспективных оптических систем может составлять единицы микрон.

С учетом реальных скоростей обработки изображения и скорости сближения цели и системы обнаружения и опознавания дальность уничтожения цели составит 1000 км, что недостаточно для поражения нужного количества целей на активном участке.



При анализе работы такой системы необходимо иметь в виду также следующее обстоятельство. Соответствующие компоненты противоракетной системы должны в реальном масштабе времени обнаруживать, опознавать и выдавать команду на уничтожение не единичной цели, а нескольких десятков, сотен и тысяч объектов (в зависимости от участка полета МБР).

Пассивная ИК-система обнаружения и распознавания не обеспечивает, по-видимому, в полной мере требований по дальностям обнаружения и опознавания. Улучшить положение дел за счет увеличения разрешения (уменьшения геометрического размера чувствительного элемента) не представляется возможным вследствие снижения чувствительности слоя. При этом возможна работа датчика в режиме накопления сигнала, формирующего потенциальный рельеф. Но быстроедействие системы в этом случае снижается.

Увеличение дальности обнаружения и опознавания пассивной системы возможно было бы на основе уменьшения геометрического размера чувствительного элемента мозаичного датчика при одновременном использовании более коротковолнового участка электромагнитного спектра (например, видимого или ультрафиолетового). Однако квантовый выход существующих светочувствительных слоев (соединений кремния) распределен по электромагнитному спектру излучений таким образом, что его максимум приходится на "красную" и "инфракрасную" часть спектра, а в "синей" и "ультрафиолетовой" областях существенно уменьшается. Согласование параметров приемника с "коротким" диапазоном длины волны электромагнитного спектра, как следует из ряда американских данных, представляет собой самостоятельные техническую и технологическую задачи, решение которых требует разработки новых светочувствительных материалов.

Увеличение дальностей действия системы обнаружения и опознавания может идти по пути создания активных систем. Перспективным, по мнению ряда американских специалистов, представляется создание лазерных локаторов по длине волны 10,6 мкм. Главное преимущество активных систем, состоящее в увеличении дальностей, реализуется в основном за счет увеличения сигнала с чувствительного элемента приемника при неизменном значении его квантового выхода. Однако нельзя упускать из виду тот факт, что проблемы разрешающей способности системы и (связанные с нею) проблемы фокусировки лазерного пучка, обеспечения точности наведения, захвата и отслеживания цели остаются теми же, что и при создании лазерного оружия. Обеспечение этих требований влечет за собой необходимость вывода на орбиту и размещения на космической станции лазерного излучателя и сопряженной с ним системы сканирования, обеспечивающей обнаружение, а также систем захвата и слежения за целью. Вес всех этих систем по сравнению с пассивной системой существенно больше.

Кроме того, нельзя не учитывать то общеизвестное обстоятельство,

что пассивная система значительно более помехоустойчива, чем активная. Ложные излучатели, работающие на той же длине волны, что и лазерный локатор в системе ПРО, так же как и пассивные отражатели, могут привести к серьезным осложнениям в ее работе.

Чрезвычайно большие, практически предельные для данных устройств дальности обнаружения и опознавания целей накладывают, как говорилось раньше, очень высокие требования к чувствительности датчиков из-за низкого уровня сигнала от цели. В ряде случаев для повышения достоверности обнаружения этот сигнал необходимо интегрировать во времени, чтобы сформировался достаточный уровень потенциального рельефа на датчике изображения. Однако в процессе интегрирования не только снижается быстродействие системы, что очевидно, но возникает и еще одно затруднение. Оно связано с тем, что вместе с накоплением полезного сигнала увеличивается и уровень шума датчика изображения. При этом возрастает и вероятность ложной тревоги от накопленного шумового сигнала. В связи с этим возникает проблема выполнения противоречивых требований при проектировании специализированных процессов: выбора времени накопления сигнала таким, чтобы сформировался уровень потенциального рельефа, достаточный для обработки, с одной стороны, и обеспечение того, чтобы вероятность ложного срабатывания не превышала заданного уровня, с другой. Кроме того, принимая компромиссное решение, удовлетворяющее обоим требованиям, следует учитывать зависимость правильного детектирования цели от времени накопления сигнала.

Показателем эффективности работы сенсорного устройства, объединенного с вычислителем, является вероятность захвата цели. Анализ показывает, что при достаточно большом времени интегрирования  $\sim 50$  мсек. вероятность захвата цели может быть достаточно высока при условии использования фоточувствительных слоев, собственные шумы которых малы. Существенное увеличение вероятности захвата цели на практике потребует разработки принципиально новых малошумящих материалов для чувствительных слоев датчиков изображения.

## **2. ПОДСИСТЕМА БОЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМОЙ С КОСМИЧЕСКИМИ ЭШЕЛОНАМИ**

Подсистема боевого управления широкомасштабной противоракетной системой с космическими эшелонами должна представлять собой огромный вычислительный комплекс как минимум со следующими функциями.

1. Сбор, первичная обработка и корректировка в соответствии с вновь поступившей информацией данных о стартующих ракетах.
2. Расчет траекторий ракет и отделившихся от них боеголовок.
3. Наведение лазерного, пучкового оружия, "электромагнитных пушек",



а также самолетов—перехватчиков, оснащенных противоракетами, вывод ракет с самонаводящимися неядерными боеголовками, выбор момента поражения цели в данном эшелоне (слое) обороны, корректировка данных в соответствии со степенью поражения и повторение операций для последующих слоев обороны.

Наиболее значительными проблемами при создании любого варианта такой подсистемы представляются: выбор архитектуры системы; обеспечение неуязвимости; степень делегирования ответственности; проблема отработки системы (устранение ошибок программирования). Ниже рассматривается в сжатом виде ряд аспектов этих проблем.

**Архитектура подсистемы.** Очевидно, что подсистема управления широко-масштабной противоракетной системы США должна представлять собой сеть ЭВМ. При этом возможен целый спектр возможностей архитектур.

Одной из крайних возможностей является максимальная централизация обработки информации. В этом случае обработка информации сосредоточивается на станции, расположенной из соображений ее безопасности в космосе на значительном удалении от Земли. Центр должен быть оснащен супер—ЭВМ с быстродействием, существенно большим, чем существующие в настоящее время ЭВМ. Хотя подобные скорости все еще далеки от теоретических пределов быстродействия ЭВМ, создание компактных ЭВМ с таким быстродействием является серьезной научной задачей, возможности разрешения которой в сжатые сроки вызывают у ряда американских специалистов серьезные сомнения.

Другой предельной возможностью является максимальная децентрализация обработки информации, когда большая часть вычислительных операций будет проводиться непосредственно на спутниках, осуществляющих слежение за запусками. Во многих отношениях такая схема предпочтительнее, однако подобный подход, по предварительным расчетам, потребует в десятки раз больших затрат, в частности, на расширение системы связи между различными элементами системы.

В обозначенных пределах можно представить целую серию промежуточных вариантов, отличающихся друг от друга степенью децентрализации. При этом могут быть значительные несовпадения в требованиях к архитектуре ударных комплексов и подсистемы боевого управления.

**Проблема уязвимости подсистемы боевого управления.** Оба очерченных выше крайних варианта обладают определенными негативными аспектами в плане уязвимости. Централизованная подсистема боевого управления весьма уязвима в своем узловом, "диспетчерском" компоненте, т.к. станции управления даже на значительном расстоянии от Земли (помещенные, скажем, в одной из точек либрации) не гарантируют ее безопасности от поражения с помощью различных видов противоспутникового оружия. В этом случае оказывается под ударом вся система космической ПРО. Зависимость работы всей подсистемы боевого управления от единого центра делает его крайне привлекательной целью, создавая дополнительный импульс для разработки новых поколений противоспутниковых систем. Проблема уменьше-



ния уязвимости такого рода может, судя по ряду сведений из американских источников, решаться дублированием центра управления, его маскировкой, созданием ложных центров и т.д.

В то же время даже предельная децентрализация обработки информации о запусках ракет и наведении противоракетного оружия не избавляет от необходимости иметь центр, координирующий всю работу системы ПРО, т.е. имеется некий предел децентрализации. Однако в этом случае обмен информацией между станциями слежения и центром управления будет происходить в рамках уже обработанных и препарированных данных, что значительно снижает устойчивость к помехам (необработанные данные в силу большой избыточности информации устойчивее к помехам).

Другим серьезным источником трудностей в создании эффективной системы управления ПРО является проблема разбора целей летящими противоракетами. В случае использования лазерного или пучкового оружия эта проблема решается несколько легче с помощью фиксированного алгоритма. В случае же использования противоракет возникает весьма сложная проблема распределения функций между наводящими элементами самой противоракеты и управляющим процессором станции. Разумное решение этой задачи возможно лишь в том случае, если в центральном процессоре будет храниться и постоянно обновляться не только картина движения целей, но и картина движения противоракет, причем для правильного разбора целей необходим некоторый минимальный уровень связи между управляющим процессором станции и системой самонаведения противоракет. Однако само существование подобной системы связи, во-первых, существенно увеличивает уязвимость системы управления, во-вторых, фактически добавляет еще один иерархический уровень в систему управления, что приведет к существенному усложнению математического обеспечения системы управления и, соответственно, времени и затрат на его создание и отладку.

**Проблема степени делегирования ответственности.** Серьезной проблемой создания подсистемы боевого управления является необходимость делегирования ответственности за применение оружия центру управления системой, работающему в автоматическом режиме. Отсюда следует неизбежность проведения серьезного анализа возможных причин ошибок в работе системы управления ПРО, а также анализа эффективности систем обнаружения.

Основной трудностью в обеспечении эффективной работы системы обнаружения является правильное распознавание объекта (взлетающей ракеты) и отличие ее от ложных целей, от случайных и специально созданных помех. Действительную надежность в опознании объекта можно обеспечить только тогда, когда объект будет опознаваться не по одному признаку (размеры, скорость или температура факела), а по комплексу признаков, причем сигналы, поступающие от датчиков разных типов, будут обрабатываться одновременно или совместно, воспроизводя целостный образ объекта. Однако существующие средства защиты и создания помех могут, воздействуя на системы слежения ПРО, продуцировать ситуацию, когда один

или несколько каналов обработки данных окажется заблокированным, не сработает или даст противоречивый сигнал. При этом возникает сложный вопрос: как следует принимать решение об уничтожении объекта? Достаточно ли того, что один канал системы опознавания не сработал для отмены решения об уничтожении объекта? Или могут не сработать два канала или больше?

Если учесть уже существующий высокий технический уровень средств создания помех, то этот вопрос становится одним из наиболее существенных для конструирования системы ПРО. Слишком низкий порог отработки системы опознавания приведет к тому, что она будет инициироваться в ответ на сигналы, не имеющие отношения к ракетно-ядерному нападению, что поведет в техническом плане к истощению ее ресурсов, а в военнополитическом — к созданию нервозности и в конечном итоге к снижению стабильности.

**Проблемы создания матобеспечения и возможности обнаружения ошибок программирования.** Особое значение в свете делегирования ответственности за включение ПРО приобретает вопрос о создании математического обеспечения для работы сети ЭВМ, осуществляющей управление системой. В настоящее время методы, разработанные в рамках формирующейся "науки о программах", дают возможность сделать некоторые оценки.

Существуют некоторые общие закономерности, позволяющие оценить общий объем программ, количество ошибок в ней, время, необходимое для ее написания, число команд в операционной системе, используя весьма простые исходные данные — число единых по смыслу операндов (аргументов и результатов) и количественную характеристику уровня языка программирования. Возьмем, к примеру, язык программирования "Фортран", который имеет количественную характеристику уровня для разных задач от 0,5 до 1. В этом случае можно, используя результаты Холстеда, грубо оценить длину программ и время программирования. Расчеты Холстеда показывают, что при ста независимых операндах и уровне языка — одна длина программы оказывается 40000 символов, а время программирования — 10000 часов. При этом и длина программы и время программирования быстро растут с ростом числа независимых операндов (рост быстрее линейного).

Попробуем оценить число операндов в подсистеме боевого управления широкомасштабной противоракетной системы с космическими эшелонами, считая стандартный растр телевизионного анализатора —  $512 \times 512$ , число кадров 50 кадров/сек. и время слежения — 100 сек., а также полагая, что операнду должны соответствовать как минимум кадр телевизионного анализатора, а вообще говоря, некоторый объект в кадре (размером  $10 \times 10$ ). При 5 независимых каналах обработки получаем, что число операндов в системе составит от 2500 до 62 500 000.

Предположим, что верхняя оценка завышена, однако даже нижняя показывает, что программа идентификации объекта, написанная на Фортране, потребует не менее 250000 часов программистской работы.



Известная теория Холстеда позволяет оценить также количество ошибок, которое при длине программы как минимум (при самых благоприятных условиях)  $10^6$  символов, составит не менее 300. Их устранение потребует значительного времени, существенно превосходящего время написания программы, что делает исключительно сложной отладку матобеспечения в сжатые сроки.

Особенно показательными являются оценки объема операционной системы, которая должна управлять деятельностью сети ЭВМ, обеспечивающей распознавание объектов. Если предположить, что ЭВМ, обеспечивающие распознавание, не будут полностью автономными, то центральный процессор должен управлять ресурсами этих ЭВМ.

Расчеты, проведенные в Комитете советских ученых, показывают, что реальное число ресурсов операционной системы не может превышать 30, иначе число команд в операционной системе будет порядка  $10^{10}$ , а операционную систему с таким числом команд написать нереально. В то же время 30 станций слежения вряд ли достаточно для создания эффективной системы ПРО.

Проблему построения системы управления с учетом проанализированных в Комитете советских ученых трудностей в создании операционной системы можно было бы решать путем создания иерархии управляющих станций. В этом случае имела бы не одна центральная станция с управляющим процессором, а система промежуточных станций, каждая из которых управляет 20–30 станциями, непосредственно наблюдающими за обстановкой. В этом случае необходима и центральная станция, управляющая промежуточными. Так как для обеспечения непроницаемости космических эшелонов необходимо непрерывное наблюдение за территорией, с которой возможен взлет ракет, общее количество станций наблюдения должно быть не менее 200–300 и соответственно число промежуточных станций управления должно быть порядка 10. Такая архитектура системы управления ведет, по-видимому, к дополнительному повышению уязвимости космических эшелонов противоракетной системы, так как уничтожение нескольких из промежуточных станций даже с учетом того, что все элементы этой системы будут работать под "перекрытием", создаст "окно" в системе ПРО и делает ее уязвимой в целом.

Естественные технические проблемы, а также исследованные в Комитете советских ученых ограничения на матобеспечение подсистемы боевого управления космическими эшелонами противоракетной системы могут вести к повышению ее уязвимости. Возможным следствием этих ограничений может быть большее сосредоточение основных усилий на обеспечение перехвата боеголовок по всей их траектории.

Одной из важных особенностей подсистемы боевого управления является необходимость закладывать в нее не только чисто технические характеристики объектов, подлежащих уничтожению, но и элементы общего анализа стратегической ситуации, которые создают условия для принятия решения о приведении системы ПРО в действие. Учитывая очень небольшое вре-



мя принятия решения, построение подобной системы анализа, учитывающей комбинации значительного числа не только стратегических, оперативных, тактических и технических, но и военно-политических факторов, будет представлять значительные трудности. В подобной подсистеме необходимо будет, по-видимому, как минимум иметь рефлексивную модель восприятия военно-политической и военно-стратегической ситуации противником, а также модель принятия противником военно-политических решений. В настоящее время эти проблемы весьма слабо разработаны даже на теоретическом уровне. В американской литературе неоднократно подчеркивалось, что подсистема боевого управления ПРО должна быть грандиозной по своим масштабам **экспертной системой**, т.е. системой искусственного интеллекта, содержащей экспертные знания и оценки военно-политической ситуации и возможных путей ее развития. Однако реальные исследования по созданию экспертных систем такого рода еще только разворачиваются, и их эффективность пока еще под вопросом. Кроме того, следует иметь в виду, что такая экспертная система, а следовательно, и доминирующая логика функционирования подсистемы боевого управления будут, в первую очередь, продуктом психологии и мышления тех руководящих военных деятелей и специалистов по военно-политическим, стратегическим, оперативным и техническим вопросам, которые будут непосредственно привлечены к работе над этой системой.

Сторонниками "стратегической оборонной инициативы" являются, в первую очередь, те представители военных, академических и политических кругов США, которым в наибольшей степени свойственно крайне негативное, даже параноидальное представление о намерениях Советского Союза, наибольшая степень готовности использовать военную силу в конфликтных ситуациях.

С учетом того, что широкомасштабная противоракетная система с космическими эшелонами скорее всего вынуждена будет функционировать в максимально автономном режиме, что основные решения о ее активации и использовании тех или иных видов оружия будут приниматься ею в считанные минуты, упомянутые выше особенности ее искусственного интеллекта могут в определенной ситуации сыграть роковую роль.

В силу особой сложности программ матобеспечения электронных целей, взаимосвязей внутри отдельных компонентов и между этими компонентами подсистемы боевого управления ее может с большей степенью вероятности также характеризовать значительная внутренняя нестабильность. Поэтому можно полагать, что при некотором, даже небольшом возмущающем воздействии природных явлений внешней среды (или даже без такового) она может внезапно вызвать самоактивацию орбитальных боевых станций. Такая активация противоракетной системы (даже обладающей минимальными возможностями ударного космического оружия для поражения высокозащищенных наземных объектов другой стороны) может рассматриваться другой стороной как подготовка к отражению ее ослабленного ответного удара после того, как обладатель противоракетной системы на-

несет ракетно-ядерный удар первым с использованием МБР, БРПЛ, БРСД и крылатых ракет большой дальности. Положение еще более усугубляется тем обстоятельством, что автоматические системы управления противоракетной обороной и автоматические системы противодействия ей составят в совокупности макроавтоматизированную макросистему, надлежащая отработка которой принципиально невозможна. Ведь для этого нужен полный взаимный обмен информацией и совместные испытания макросистемы. Поскольку это исключено, вероятность ошибочных команд в макросистеме будет много больше, чем в обычных автоматизированных системах.

Существует ряд кардинальных вопросов, на которые пока что техника не может ответить. Например, нельзя проверить работу всей оборонительной системы от начала и до конца в условиях, полностью имитирующих боевые. В отличие от систем ПВО, применявшихся во второй мировой войне и улучшавших свои характеристики по мере накопления опыта, космическая противоракетная система должна работать идеально с первого же включения.

Большие опасения среди американских политиков вызывает и то обстоятельство, что такая система, скорее всего, будет запускаться автоматически, так как для принятия решения ответственными людьми практически будет отведено ничтожно мало времени (около полминуты, если атакующая сторона использует массовый запуск быстро разгоняющихся ракет).

Часто можно встретить попытки отнести СОИ в тот же ряд крупномасштабных сложных технических программ, как, например, проект "Манхэттен" (создание атомной бомбы) или проект "Аполло" (высадка человека на Луну). Принципиальное отличие СОИ в том, что здесь идет борьба не только с законами природы, которые можно понять и которые не меняются, а еще с умным противником, который непредсказуемо может использовать эти же законы против создателей оборонительных систем и заставляет их предусматривать по возможности все варианты контрмер.

Интуитивно у многих "средних американцев" теплится вера, что в процессе реализации программы СОИ произойдет техническое "чудо", которое одним махом решит все трудности, часто упоминаемые многочисленными критиками СОИ. Это пример еще одного массового заблуждения. Такого чуда, или технического прорыва, конечно, нельзя исключить, но оно сможет продвинуть вперед только одно из направлений сложной системы ПРО. Кроме того, с той же вероятностью можно ожидать, что это чудо даст тот же или еще больший эффект для усиления контрмер.

## **V. ШИРОКОМАСШТАБНАЯ ПРОТИВОРАКЕТНАЯ СИСТЕМА: ВОЗМОЖНЫЕ КОНТРМЕРЫ**

Главная задача таких контрмер — это сохранить при любом варианте ядерного нападения способность к неприемлемому для агрессора ответному удару, примерно адекватному тому, на который теоретически рассчитывает нападающая сторона.

По характеру своего воздействия такие контрмеры могут быть активными или пассивными. Они могут включать в себя как развитие специальных средств нейтрализации и поражения различных элементов эшелонированной противоракетной системы, так и наращивание, модификацию и диверсификацию стратегических ядерных вооружений.

По времени активизации контрмер их можно разделить на меры быстрой реакции, реализация которых непосредственно привязана к моменту ответного удара, и долговременные меры, охватывающие заблаговременную подготовку потенциала ответного удара, включая его структурные изменения (количественные и качественные).

Очевидно, что полная картина потенциально возможных контрмер будет выявлена, когда окончательно сформируется представление о широкомасштабной ПРО, но уже сегодня к их числу можно отнести некоторые локальные меры, которые могут быть использованы для поражения таких жизненно важных и весьма уязвимых ее элементов, которыми, в частности, являются:

- космическая связь, которая может быть выведена из строя;
- система управления, где наиболее уязвимым звеном являются центральные управляющие ЭВМ, которые даже в случае дублирования будут развернуты в ограниченном количестве в силу их сложности и дороговизны;
- различные энергоносители и энергетические системы (энергетические ядерные установки, взрывчатые вещества, горючие вещества и т. д.).

### **1. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ**

К активным мерам данного вида могут быть отнесены различные средства наземного, морского, воздушного и космического базирования, использующие в качестве поражающего воздействия кинетическую энергию (ракет, снарядов), лазерные и др. виды высокоэнергетических излучений. Активные контрмеры особенно эффективны против элементов космических эшелонов противоракетной обороны, которые в течение длительного времени находятся на орбитах с известными параметрами, что значительно упрощает задачу их нейтрализации, подавления и даже полной физической ликвидации.

Так, например, весьма уязвимой по отношению к широкому набору активных контрмер представляется система космических боевых станций.



Так как космические станции в соответствии с их главной задачей будут ориентированы на поражение стратегических **баллистических ракет**, то **специально созданные малые ракеты различных видов базирования**, применение которых могло бы сочетаться с различными мерами маскировки, могут оказаться действенным средством их уничтожения. Такие ракеты должны обладать, очевидно, высокой тяговооруженностью для быстрого прохождения атмосферы и сокращения до минимума активного участка траектории. Они также должны быть защищены от воздействия лазерного облучения. Аналоги таких средств уже существуют. Подобными характеристиками обладают, например, ракеты типа американской противоракеты "Спринт", способные выдерживать высокие аэродинамические и тепловые нагрузки при движении в плотных слоях атмосферы.

Весьма эффективным средством активного противодействия для вывода из строя одновременно большого количества космических боевых станций могли бы быть так называемые "космические мины" — спутники, выводимые на орбиты, близкие к орбитам боевых станций другой стороны и оснащенные достаточно мощным боезарядом, подрываемым по команде с Земли. Подобные "мины" могут оснащаться взрывателями различного типа, в частности, реагирующими на тепловые нагрузки или механическое воздействие.

В качестве активных средств противодействия могут быть использованы **наземные лазеры большой мощности**. Создание таких лазеров существенно проще, чем тех, которые предназначены для космических боевых станций с целью их использования для уничтожения баллистических ракет в полете. В противоборстве "лазер против ракеты" и "лазер против космической платформы" преимущество может быть на стороне последнего. Почему так? Это объясняется целым рядом факторов. Во-первых, космические боевые станции являются более крупными объектами для лазерного поражения, чем МБР, что облегчает задачу наведения на них лазерного луча и их поражения. Во-вторых, число таких станций будет значительно меньше, чем количество объектов — МБР или их боеголовок, подлежащих уничтожению во время их массового пуска и полета. Это практически снимает проблему сверхбыстрого перенацеливания лазерного луча. В-третьих, космические боевые станции находятся в поле зрения наземной лазерной установки в течение длительного времени, что позволяет значительно увеличить время экспозиции (до  $10^3$  с), следовательно, снизить требования к ее мощности. Кроме того, для наземных установок гораздо менее существенны присущие космическим системам ограничения по массе, габаритам, энергоемкости, КПД и т. п.

Высокоэффективным средством активного противодействия боевым станциям могут стать препятствия на орбитах их движения, создаваемые облаком мелких объектов ("шрапнели"), перемещающимся таким образом, чтобы его относительная к станции скорость была достаточно велика. К примеру, во встречном направлении относительная скорость облака "шрапнели" составит до 15 км/с. При подобной скорости частица весом

30 г способна пробить защитный стальной экран (или оболочку станции) толщиной до 15 см. Наиболее привлекательной мишенью в данной схеме противодействия могут стать такие уязвимые элементы лазерных боевых станций, как баки с топливом, энергосистемы, отражающие зеркала. Распыление на орбите небольшого облака даже микроскопических частиц может создать на поверхности отражающего зеркала дефекты, препятствующие фокусировке лазерного луча.

При использовании оружия, реализованного на наземных эксимерных лазерах с зеркалами на геостационарной и низких орбитах, эффективной мерой противодействия, **помимо выведения из строя наземного лазера**, может быть также распыление легких материалов с большим коэффициентом поглощения лазерного излучения непосредственно в зоне базирования зеркала или лазера.

Что касается выбора возможной меры противодействия развертыванию в космосе рентгеновских лазеров с накачкой от ядерного взрыва, то здесь необходимо отметить следующее. В соответствии с одной из концепций СОИ ("pop-up-defense") их предполагается выводить на орбиту в самый последний момент с помощью ракет, размещаемых на подводных лодках (ПЛАРБ). Такие ПЛАРБ необходимо держать в водах Мирового океана, ближе к границам СССР (с территории США вывод на орбиту лазеров по упомянутой концепции исключается вследствие большого времени их доставки на высоты, оптимальные с точки зрения эффективности поражающего воздействия лазерного луча на летящие МБР). Расчеты показывают, что даже наиболее тяговооруженные ракеты-носители не могут при запуске с территории США обеспечить время вывода лазера на необходимую высоту (до 3000 км) до момента завершения активного участка траектории полета стартовавших МБР. Поэтому, в частности, в рамках программы СОИ рассматриваются схемы размещения рентгеновских лазеров на ракетах подводных лодок с районами патрулирования в северной части Индийского океана или в акватории Норвежского моря. Такая схема, как очевидно, может быть уязвимой от средств противолодочной борьбы, которые противоположная сторона постарается развить подобающим образом.

Весьма уязвимыми в космических вооружениях будут являться системы обнаружения и наведения. Задача их "ослепления" может быть решена путем проведения ядерного взрыва в верхних слоях атмосферы. Наконец, традиционные меры радиоэлектронной борьбы, примененные против космических эшелонов широкомасштабной ПРО, способны существенно повлиять на ее эффективность.

Краткий обзор возможных мер нейтрализации и подавления широкомасштабной ПРО с развернутыми в космосе эшелонами ударного оружия показывает, что далеко не обязательно ставить задачу полного ее уничтожения. Достаточно ослабить такую ПРО путем воздействия на наиболее уязвимые элементы, пробить в этой так называемой обороне "брешь", чтобы сохранить неприемлемую для агрессора мощь ответного удара.



## 2. РАЗВИТИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЯДЕРНЫХ ВООРУЖЕНИЙ КАК МЕРА ПО СОХРАНЕНИЮ СПОСОБНОСТИ К АДЕКВАТНОМУ ОТВЕТНОМУ УДАРУ

В числе гипотетических мероприятий упомянутого назначения можно выделить наращивание "ответного" потенциала стратегических ядерных вооружений, в первую очередь **количества МБР и так называемых "ложных ракет"**. Развертывание Соединенными Штатами широкомасштабной противоракетной системы или отдельных ее боевых подсистем явится прямым нарушением Договора по ПРО 1972 г. В создавшейся ситуации вполне естественно, что Советский Союз может оказаться перед необходимостью в интересах своей безопасности считать себя свободным от соблюдения как статьи XII этого договора, запрещающей умышленные меры по маскировке, препятствующие осуществлению контроля национальными техническими средствами, так и нератифицированного США Договора ОСВ-II, ограничивающего число МБР и строительство для них дополнительных пусковых установок. Осуществление количественного наращивания МБР, а следовательно, и появление у другой стороны более широких возможностей по массированному использованию своих МБР в ответном ударе создаст ряд дополнительных трудностей для систем обнаружения ПРО космического базирования, вызовет резкое падение эффективности ее систем перехвата и наведения ударных средств. Все это будет увеличивать "проникающую" способность МБР, снижать надежность "космического щита".

К аналогичному результату ведет и **увеличение числа боеголовок на баллистических ракетах**. Эта мера может в значительной степени компенсировать потери ракет на активном участке траектории их полета из-за усложнения их перехвата на последующих участках.

Дальнейшее "насыщение" противоракетной системы может быть достигнуто за счет дополнительного развертывания относительно недорогих "ложных ракет", оснащенных упрощенной системой управления, без боеголовок. Развертывание подобных ракет, которые не могут быть надежно идентифицированы существующими техническими средствами, явится простой и эффективной, с экономической точки зрения, мерой (если сравнивать их стоимость с затратами на создание ПРО), которая затруднит работу системы ПРО, а при обмене ударами заставит ее разряжаться вхолостую.

Эффективной контрмерой может также служить такая тактика **осуществления пусков МБР**, которая рассчитана на "истощение" космической ПРО путем ее ранней активации за счет определенно подобранного порядка ответного удара. Например, это могут быть комбинированные запуски МБР и "ложных ракет", запуски МБР с широкой вариацией настильных и крутых траекторий, запуски МБР по разнообразным азимутальным направлениям и т. д. Все это ведет к большому расходу энергетических ресурсов космических эшелонов ПРО, разрядке рентгеновских лазеров и электромагнитных пушек, к другим преждевременным потерям



в огневой мощи системы ПРО (например, в результате быстрого и беспорядочного перенацеливания ударных космических средств). Это может резко повысить "пробиваемость" такой системы в целом.

В качестве меры по сохранению способности к адекватному ответному удару необходимо отметить возможное наращивание **потенциала тех вооружений, для которых пока не предложены соответствующие средства перехвата**. К ним могут быть отнесены баллистические ракеты подводных лодок (БРПЛ), запускаемые по настильным траекториям. Большая часть траектории полета таких ракет лежит в пределах стратосферных высот, где эффективность ряда систем ПРО резко снижается. Другой мерой может являться **массовое развертывание крылатых ракет различных видов базирования**. Ни один из предлагаемых сегодня вариантов космического оружия не в состоянии осуществлять надежное обнаружение и перехват низколетящих, небольших по размерам крылатых ракет с предельно низким радиолокационным сечением. Организация перехвата тысяч крылатых ракет большой дальности различных видов базирования представляет сложную дорогостоящую задачу.

Эффективной мерой пассивного противодействия системе ПРО противника, повышающей живучесть МБР в процессе ее преодоления, является **сокращение длительности активного участка траектории**. Параметры активного участка полета баллистических ракет определяются в основном соображениями снижения перегрузок корпуса ракеты и стремлением использовать оптимальные с энергетической точки зрения траектории полета. Выступавшие перед комиссией Флетчера специалисты отмечали, что потенциально возможно сократить длительность активного участка до 40 сек. и завершить его на высотах не более 80 км. По их оценкам, подобные характеристики могут быть достигнуты при относительно небольших издержках, связанных с превышением веса ракеты приблизительно на 15%, при сохранении первоначальной полезной нагрузки и дальности полета. Сокращение длительности активного участка создаст дополнительные трудности для систем обнаружения, слежения и наведения, что, в свою очередь, снизит эффективность противоракетных средств.

Все другие меры противодействия на активном участке траектории можно подразделить на две основные группы: меры, затрудняющие нацеливание противоракетных средств, и меры усиления защиты корпуса ракеты. К первой группе подобных мер относится **изменение яркости горения и конфигурации факела двигателя ракеты**. Объектом поражения является не сам факел, а ракета, находящаяся от него на некотором расстоянии, и любая система наведения по инфракрасному излучению должна использовать алгоритм исчисления местоположения самой ракеты относительно факела. Кроме того, лазерный луч необходимо на несколько секунд зафиксировать на определенном участке корпуса ракеты. Эти обстоятельства позволяют, изменяя яркость факела или его конфигурацию, затруднить проблему наведения и удержания луча, поскольку фиксируемые инфракрасными датчиками изменения факела будут вызывать, в соответствии

с используемым стандартным алгоритмом, смещения самого лазерного луча. Средства, при помощи которых может быть достигнута подобная неустойчивость горения факела, могут быть сведены к добавкам различных присадок в ракетное топливо.

К этой же группе мер противодействия может быть отнесена **маскировка ракетных пусков**. Она может осуществляться путем создания дымовых завес над районами пуска или применением различных средств, маскирующих ракету во время полета, например оснащением ракет маскировочными экранами.

Многообразны и **способы защиты ракет от воздействия лазерного облучения**. Они могут включать защиту корпуса ракеты с помощью отражающих и поглощающих покрытий, приданием ей вращательного движения вокруг собственной оси, что не позволит зафиксировать лазерный луч на определенном участке корпуса. Эффективной мерой может оказаться оснащение корпуса ракеты дополнительной системой охлаждения или установка на нем подвижного поглощающего экрана, опускаемого в зону нагрева. К примеру, подобный экран с графитовым покрытием толщиной в 1 см достаточен для поглощения тепловой энергии  $200 \text{ МДж/м}^2$ . Перспективной контрмерой может быть распыление в атмосфере различных веществ с целью создания дымов или аэрозолей, т. е. завес, поглощающих лазерное излучение. Может быть, окажется целесообразным вспомнить конструкцию первых ракет. Скажем, на немецкой баллистической ракете "Фау-2" баки с топливом и окислителем находились внутри силовой оболочки корпуса. Отказ от несущих конструкций баков и возврат к двуслойной конструкции с установкой дополнительных легких теплоизолирующих прослоек между ними может существенно повысить стойкость МБР.

Применение перечисленных и ряда других мер в различных комбинациях позволит значительно снизить уязвимость баллистических ракет на активном участке, а повышение их выживаемости на этом участке, в свою очередь, в большой степени усложнит задачу перехвата на всех последующих фазах их полета. Комплекс пассивных мер применим и к промежуточному, и к среднему участкам полета МБР. Промежуточный участок траектории, т. е. полет по баллистической кривой от момента отсечки двигателя последней ступени ракеты и отделения головной части до входа боеголовок в атмосферу, обычно разделяется на два этапа. Первый — полет головной части в целом до разделения боеголовок и выброса ложных целей. Второй — самостоятельный полет боеголовок и ложных целей до входа в атмосферу.

Естественно, первый этап этого участка, вследствие меньшего числа объектов и отсутствия ложных целей, затрудняющих идентификацию головных частей, представляется более удобным для перехвата. Но ракеты могут завершать активный участок в пределах атмосферы при более раннем отделении головных частей и разделении последних на боеголовки. Поэтому большинство исследователей акцентируют свое внимание на рас-



смотрении промежуточного участка как фазы полета разделившихся боеголовок.

Большая длительность этой фазы (20 мин. для МБР и около 10 мин. для БРПЛ) расширяет возможности перехвата. Кроме того, на этой фазе прочность боеголовок как бы компенсируется за счет длительности воздействия на них как отдельных средств поражения, так и их различных комбинаций.

С другой стороны, на этой фазе траектории противоракетным средствам приходится иметь дело со значительно большим количеством объектов, подлежащих идентификации и перехвату, число которых при массированном ударе может достигать нескольких десятков тысяч. Все эти объекты, как боеголовки, так и ложные цели, движутся практически с одинаковой скоростью по аналогичным траекториям. В результате главная трудность перехвата на этой фазе заключается в жестких условиях, налагаемых на системы обнаружения, слежения и боевого управления, которые еще более ужесточаются, если массированный удар не был достаточно ослаблен на предыдущих участках полета ракет.

Указанные два принципиальных обстоятельства позволяют прийти к заключению, что с точки зрения прорыва через ПРО на этой фазе необходимо делать упор на пассивные контрмеры, противодействующие средствам слежения и наведения системы ПРО. Обнаружение и отслеживание целей, т. е. боеголовок, на данной фазе чрезвычайно усложнено и тем, что наряду с большим количеством движущихся объектов, они относительно небольшие по размерам и лишены ракетных факелов. В обсуждаемых в настоящее время в США схемах космических эшелонов широкомасштабной ПРО функции обнаружения, идентификации и наведения должны осуществляться с помощью обширного набора активных и пассивных средств, включающих оптические, инфракрасные, радиолокационные и др., базирующихся на Земле, в воздухе и космосе. Помимо того, что все эти средства будут уязвимы от мер противодействия, упоминавшихся выше, против них может быть разработан свой арсенал контрмер.

Как уже неоднократно признавалось, одной из наиболее эффективных мер такого противодействия являются различного рода ложные цели. К примеру, одновременно с разделением боеголовок вокруг них может быть рассеяно **облако мелких, легких металлических объектов**, которые будут не только поглощать и отражать радиоволны, но и вызывать рассеивание отраженного от боеголовок радиолокационного излучения. Способом противодействия инфракрасным средствам обнаружения и наведения является распыление вокруг боеголовок **облака аэрозоля**, являющегося источником инфракрасного излучения. На его фоне можно обеспечить маскировку собственного инфракрасного излучения боеголовок. Все эти меры могут быть достаточно эффективными, а самое главное — доступными для массового применения.

Работоспособность датчиков космической ПРО может быть значительно снижена использованием другой стороной различного рода **средств поста-**



новки электронных помех, подавления или искажения сигналов, а также оснащением ложных целей средствами, имитирующими отражение от боеголовок лазерных, радарных или оптических сигналов. В ряде исследований уже упоминался способ маскировки боеголовок внутри легких многослойных пустотелых баллонов, изготовленных из металлизированной отражающей пленки. На каждую боеголовку, находящуюся внутри такого баллона, может приходиться десяток пустотелых баллонов. Здесь важно то, что кроме неразличимости "заполненных" и "пустых" баллонов по сигнатурам отраженных от них сигналов можно добиться также их идентичности по баллистическим коэффициентам.

Перечисленные контрмеры, очевидно, далеко не исчерпывают всех возможностей по противодействию средствам обнаружения и нацеливания ударного оружия космической ПРО на МБР в полете.

На конечном участке траектории (при входе в атмосферу) боеголовки и ложные цели в силу отличия в весе и аэродинамике могут селективно захватываться датчиками обнаружения системы ПРО. Однако длительность этого участка траектории не превышает 60 с, что требует применения средств перехвата с большим быстродействием. В противовес таким средствам может быть использование маневрирующих и высокоскоростных боеголовок. Здесь также может быть использован и такой путь, как повышение мощности боеголовок, применение на них взрывателей, упреждающих разрушение боеголовок вследствие встречи с перехватчиком. Расчеты показывают, что в этом случае даже при подрыве боеголовки на высоте более десятка километров от поверхности земли поражающий эффект будет значителен. Разумеется, применение этих контрмер создаст дополнительные проблемы для сил ответного удара, такие, к примеру, как утяжеление ракет, снижение их полезной нагрузки. Однако количественное наращивание МБР может в определенной степени компенсировать эти потери.

Завершая рассмотрение возможных мер противодействия, доступных другой стороне в случае развертывания Соединенными Штатами создаваемого по программе СОИ ударного космического оружия, следует отметить, что некоторыми сторонниками СОИ эшелонированная (многослойная) структура ПРО в космосе представляется достаточно устойчивой к снижению эффективности отдельных ее эшелонов. Для "доказательства" обычно прибегают к простейшим исчислениям вероятности "проникновения" сквозь всю систему ПРО, основанным на ложной посылке о независимости функционирования эшелонов ("слоев") и не принимающим во внимание все многообразие возможных контрмер. Недопустимость подобного подхода проще всего иллюстрируется примером с поражением такого звена этой системы, как боевое управление (обнаружение, слежение, селекция, нацеливание). Поскольку различные эшелоны противоракетной системы являются зависимыми, опираясь на общую систему боевого управления, очевидно, что противодействие этому важнейшему структурному звену всей противоракетной системы может привести к резкому падению ее эффективности в целом.

Итак, если оценить в совокупности действенность возможных контрмер широкомасштабной системе ПРО с космическими эшелонами, можно с достаточной степенью уверенности предсказать, что с точки зрения "противоракетного щита" никакого идеала "непробиваемости" здесь нет. Имеется целый набор эффективных, доступных, гораздо менее дорогостоящих средств, которыми может свободно воспользоваться сторона, против которой замышляется эта система, чтобы сохранить за собой право на ответный удар. В любом случае это наступательная система: она "работает" эффективно только тогда, когда сторона, владеющая ею, наносит удар первой.

Ряд проведенных Комитетом советских ученых исследований с использованием общих и специальных методик системного анализа дает основание сделать и такой общий вывод, который относится к сфере стратегического баланса. Дело в том, что несколько комбинаций отмеченных выше средств противодействия фактически парируют опасность одностороннего нарушения, за счет развертывания СОИ, военно-стратегического паритета, причем сравнительно более дешевым путем, нежели тот, который предполагает ответное наращивание противоракетного потенциала ударных вооружений в космосе. В одном из проанализированных в ходе таких исследований сочетаний оценочная стоимость комплекса средств противодействия составила, например, всего несколько процентов от стоимости широкомасштабной ПРО с элементами космического базирования.

## **VI. ВОЕННО-СТРАТЕГИЧЕСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ С КОСМИЧЕСКИМИ ЭШЕЛОНАМИ**

### **1. ОБЩИЕ ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СОЗДАНИЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИКРЫТИЯ ТЕРРИТОРИИ СТРАНЫ**

Противоракетная система, даже будучи идеальной с научно-технической точки зрения, отнюдь не совершит, как утверждалось некоторыми государственными руководителями США, "переворота" в стратегическом мышлении от "сдерживания через устрашение" к "сдерживанию через выживание", т.к. полной защиты от баллистических ракет и ударного космического оружия она не гарантирует. А раз так, то все аргументы в пользу стабилизирующей роли широкомасштабной противоракетной системы лишены смысла. Они имели бы хоть какую-нибудь весомость только в случае, если бы администрация Рейгана одновременно с решением о начале работ по программе СОИ объявила бы об отказе от наращивания и совершенствования наступательных ядерных вооружений.



Однако наблюдается прямо противоположное — в США происходит форсированное развитие стратегических наступательных вооружений, ядерных средств средней дальности, оперативно-тактического ядерного оружия. Так что создание противоракетной системы с эшелонами в космосе лишь намного усложнит задачу взаимного сдерживания, сделает ее более неопределенной. Структура стратегического баланса станет менее устойчивой, хрупкой.

Взгляд на американскую перспективную противоракетную систему как на одно из средств по обеспечению первого удара определяется и тем, что США отказываются взять на себя обязательство о неприменении ядерного оружия первыми, наращивают свой потенциал первого удара. Немаловажным элементом этой политики является размещение американских ракетно-ядерных средств средней дальности в Европе, в первую очередь ракет "Першинг-2".

Советский Союз, учитывая важность укрепления стабильности стратегического равновесия в условиях обострения военно-политической обстановки, принял на себя в июне 1982 г. одностороннее обязательство по неприменению первым ядерного оружия.

В добавление к изложенным выше соображениям относительно перспектив создания средств противодействия противоракетной системе с космическими эшелонами с большой степенью вероятности приходится предполагать, что в ответ на развитие таких средств появится оружие для борьбы и с ними. Можно согласиться и с теми специалистами, которые считают, что в период создания и развертывания противоракетной системы будут ускоренными темпами совершенствоваться средства ее прорыва у стратегических наступательных вооружений. Создание противоракетной системы с космическими эшелонами может оказаться и сильным стимулом для количественного наращивания стратегических ядерных вооружений, как средств доставки, так и ядерных боезарядов, — в частности крылатых ракет большой дальности, в том числе морского и наземного базирования, развертывание которых к тому же исключительно трудно контролировать национальными техническими средствами.

Космическое противоракетное оружие обоснованно рассматривается и как противоспутниковое. Этот фактор также будет дестабилизировать стратегическую обстановку даже при ограниченных масштабах развертывания такого оружия. Неизбежна потеря устойчивости равновесия в стратегическом балансе, поскольку оно во многом зависит от степени уверенности сторон в надежности и безопасности своих систем предупреждения о ракетном нападении, контроля и наблюдения с использованием различных типов ИСЗ.

Системно-аналитическая проработка ряда аспектов устойчивости стратегического равновесия применительно к рассматриваемой проблеме показывает, что, вопреки утверждениям пропагандистов СОВСЕ, при наличии у обеих сторон широкомасштабных противоракетных систем с космическими эшелонами, нестабильность в стратегическом балансе становится



еще большей, особенно с учетом рассмотренного выше широкого набора возможных средств противодействия таким системам и их уязвимости.

Опасность рассмотренных американских проектов усугубляется тем, что они апеллируют к психологически естественному человеческому стремлению найти, наконец, защиту от всеуничтожающей разрушительной мощи современного ядерного оружия. Толкачи "стратегической оборонной инициативы" безудержно спекулируют на этих чувствах.

К этому добавляются доводы ряда западных специалистов о том, что в соответствии с диалектикой средств войны преобладание наступления, как это неоднократно случалось в прошлом, должно смениться превосходством обороны, а господствовавший в течение нескольких десятилетий вид оружия — ядерный — должен, в свою очередь, со временем уступить место принципиально новым его видам, в данном случае — оружию направленной энергии.

По этому поводу следует отметить, что ссылка на диалектику развития средств вооруженной борьбы, которую, кстати сказать, лучше всего раскрыли классики марксизма (в частности, Ф. Энгельс в своем труде "Анти-Дюринг"), в случае с противоракетными системами попросту обходит существо проблемы. Действительно, исторически соревнование между нападением и обороной шло с переменным успехом. Но нельзя забывать, что параллельно с этим процессом развивалась и общая тенденция к расширению разрушительных последствий войн, особенно для мирного населения. Достаточно вспомнить первую мировую войну — классический пример преобладания обороны, которое обуславливало ее преимущественно позиционный характер, но сопровождалось невиданными по тем временам разрушениями обширных территорий в районах боевых действий (Марна, Верден, Галиция и пр.). Ядерное оружие в этом плане занимает совершенно особое место как оружие, специально созданное и впервые примененное Соединенными Штатами для массового уничтожения мирного населения и материальных ценностей. Перспектива тотального поражения мирных жителей и опустошения огромных пространств всегда сопутствовала любым попыткам западных стратегов придумать какие-то способы применения этого оружия для решения более традиционных военных задач, нанесения "ограниченных" и "избирательных" ударов.

Сторонники "стратегической оборонной инициативы" в США активно обыгрывают тезис о том, что по сравнению с периодом конца 60-х — начала 70-х годов, когда разрабатывался советско-американский бессрочный Договор об ограничении систем ПРО, появились новые научно-технические возможности, которые кардинальным образом изменяют соотношение между средствами обороны и нападения в ядерный век. На основе этого делаются далеко идущие выводы научно-технического и политического характера.

Говоря о новейших достижениях в технике, которые создают не существовавшие ранее возможности для обороны, сторонники СОИ называют достижения в электронно-вычислительной технике и ее программном

270

обеспечении (повышение быстродействия, микроминиатюризация, использование элементов искусственного интеллекта и др.), в сенсорной технике (в инфракрасном, оптическом диапазонах и др.), в развитии различных видов лазеров, ускорителей нейтральных частиц, электродинамических ускорителей массы, в создании новых видов ракет-носителей для вывода больших грузов в космос. В ряде областей, как это уже отмечалось в предыдущих разделах данного доклада, действительно имеется продвижение вперед по сравнению с концом 60-х — началом 70-х годов. Хотя, может быть, стоит отметить, что если взять все основные направления науки и техники, связанные с теми или иными потенциальными видами противоракетного оружия, то продвижение по этим направлениям за прошедшие годы было далеко не равномерным.

Многие американские источники, в том числе правительственные, признают, что эти достижения на сегодняшний день, да и на обозримую перспективу, явно недостаточны для того, чтобы обеспечить создание широко-масштабной противоракетной системы с космическими эшелонами. К тому же компоновка, монтаж всех отдельных элементов и подсистем (обнаружения, распознавания цели, наведения на цель, подсистем боевого управления, составных поражающих элементов) в единую макросистему с чрезвычайно сложными внутрисистемными связями представляют собой принципиально новую, исключительно сложную задачу.

Выдвигая данный тезис о "значительном развитии техники, пригодной для средств обороны", его сторонники умалчивают, во-первых, о том, что многие ее элементы, о которых они говорят как о предназначенных для создания широкомасштабной противоракетной системы, могут быть с таким же, если не с большим, успехом использованы в составе средств поражения и нейтрализации этой системы (которые проанализированы в соответствующем разделе данного доклада). Во-вторых, и средства нападения за последние 10—15 лет также претерпели значительное развитие, инициатором чего были сами же Соединенные Штаты. Здесь в первую очередь надо говорить о появлении и быстром совершенствовании баллистических ракет с разделяющимися головными частями, крылатых ракет большой дальности, а также оснащении средств доставки ядерного оружия новыми системами наведения, значительно повышающими точность по сравнению с уровнем, достигнутым на конец 60-х — начало 70-х годов. На подходе в США уже и новое поколение баллистических ракет подводных лодок, которые по своему разрушительному эффекту сопоставимы с МБР наземного базирования.

Следует обратить внимание и на то, что, говоря о "блестящих перспективах" развития техники, предназначенной для противоракетной обороны, сторонники СОИ сознательно или бессознательно почти ничего не говорят о перспективах развития в тех же временных рамках наступательных вооружений, которые, несомненно, за этот период могут сделать также весьма значительный шаг вперед. К числу таких средств, как уже отмечалось выше, может быть отнесено оснащение баллистических ракет, да и



других видов стратегических носителей маневрирующими боеголовками индивидуального наведения на цель, планирование пусков баллистических ракет поводных лодок по настильным траекториям, расширение класса ложных целей, сокращение продолжительности активного участка полета баллистических ракет и многое другое.

Так что в целом, если сопоставить развитие техники, пригодной для оборонительных задач, и техники, которая может значительно увеличить возможности наступательного потенциала, то здесь преимущество "оборонительных систем" выглядит далеко не столь убедительно, как это пытаются утверждать сторонники СОИ. К этому следует добавить, что наряду с усиливающимся взаимодействием между оборонительными и наступательными системами в случае реализации СОИ появится потребность, а следовательно, и возможность появления, как уже отмечалось в предыдущем разделе, целого класса новых видов вооружений, предназначенных специально для поражения и нейтрализации элементов широкомасштабной противоракетной системы, в первую очередь ее космических эшелонов. Еще раз следует подчеркнуть, что многие элементы техники, пригодной для решения таких задач, уже находятся на такой высокой стадии проработки в самих США, что они, по оценкам ряда американских экспертов, могут быть реализованы значительно быстрее и дешевле, чем широкомасштабная система ПРО с элементами космического базирования. Более того, развертывание работ по СОИ в условиях резкого обострения международной напряженности, по мнению многих западных специалистов, будет стимулировать ускоренное развитие тех видов оружия массового поражения, против которых космическая противоракетная система окажется попросту неэффективной. И, видимо, не случайно, что в США наряду с началом работ по программе СОИ стали усиленно говорить о необходимости создания альтернативных средств противодействия потенциальным космическим противоракетным системам СССР (работу над которыми СССР не ведет).

В случае начала испытаний (не говоря уже о начале развертывания) космического оружия окончательно будет подорван бессрочный Договор между СССР и США об ограничении систем противоракетной обороны, подписанный 26 мая 1972 г. в Москве. Ведь в соответствии со статьей I Договора о ПРО стороны обязались "не развертывать системы противоракетной обороны территории своей страны и не создавать основу для такой обороны". Кроме того, согласно статье V Договора, они обязались "не создавать, не испытывать и не развертывать системы или компоненты ПРО морского, воздушного, космического или мобильно-наземного базирования". Очевидно, что программа СОИ грубейшим образом противоречит Договору о ПРО. Во-первых, потому, что намечается создание системы ПРО всей территории США, а также территорий их союзников. Во-вторых, противоракетные системы космического базирования запрещены статьей V Договора.

Пытаясь запутать предельно ясный вопрос, сторонники СОИ ссылают-



ся на одно из приложенных к Договору согласованных заявлений — так называемое заявление "Д", которое, дескать, допускает создание средств ПРО, основанных на иных физических принципах (лазеры, пучки направленной энергии и т.п.). "забывая" при этом, что возможность появления таких средств допускается лишь применительно к разрешаемым договором ограниченным районам ПРО и лишь к стационарным наземным системам. Никакого иного толкования текст заявления "Д" не позволяет. Это подтверждают и те представители США, которые принимали непосредственное участие в выработке Договора по ПРО. Таким образом, СОИ противоречит Договору по ПРО, а его значение неоспоримо и для настоящего времени, и для будущего.

Указанные ограничения не касаются фундаментальных исследований, т.е. тех исследований, которые направлены на пополнение знаний или выявление основных аспектов явлений или наблюдаемых фактов. Но такие исследования не увязываются с решением специальных прикладных проблем и тем более с такой целевой программой создания новых систем вооружений для космоса и против него, какой является американская СОИ. Что касается действительно фундаментальных исследований, то такие исследования идут и будут идти. Подобные исследования в области космоса ведутся и в СССР, но они отнюдь не связаны с созданием компонентов ударных космических вооружений. В военном плане они направлены на совершенствование космических систем раннего предупреждения, наблюдения, связи, навигации, метеорологии. Конечно же, ни одно из этих направлений нельзя отождествлять с программой, аналогичной американской СОИ.

Если предположить, что в обозримой перспективе советско-американские отношения улучшатся настолько, что американская сторона политически будет готова пойти на достижение взаимоприемлемых и равноправных соглашений по сокращению стратегических вооружений и их ликвидации, то наличие даже в ограниченных масштабах испытанных и развернутых элементов космической ПРО намного усложнит переговоры и значительно уменьшит шансы на достижение таких договоренностей. То, что это действительно так, подтверждается практикой появления на свет договоров ОСВ-1, ОСВ-2. Без Договора по ПРО они просто были бы недостижимы.

Введение в структуру стратегических сил одной или обеих сторон еще одного качественно нового компонента, каким является широкомасштабная ПРО с элементами космического базирования, запутает всю систему оценки стратегического баланса, создаст дополнительные сложности в подсчете соотношения сил партнеров по переговорам. К тому же, вероятнее всего, развитие в этой сфере, как это уже имело место в случае со стратегическими наступательными вооружениями, у двух ведущих ядерных держав пойдет различными путями, что еще больше увеличит асимметрию стратегических сил сторон, сделает их еще более трудно сравнимыми. Такая асимметрия может оказаться еще большей, если принимать во вни-

мание потенциальные средства противодействия космическим эшелонам противоракетной системы, а также те средства, которые, в свою очередь, могут быть созданы для противодействия этим средствам. Итак, получается известный каждому военному и ученому круг: оружие — контроружие — контр-контроружие и т.д. до бесконечности. Ибо изначальная посылка — оружие как материальная субстанция — содержит в себе элемент отрицания, т.е. контроружие.

Военно-стратегическое равновесие Советский Союз, безусловно, не даст нарушить, какие бы попытки для этого ни предпринимались воинственными группировками в США; оно неизбежно будет восстанавливаться, хотя, разумеется, — не по вине СССР — уже на более высоком уровне. Еще больше появится ядерных боеголовок, нацеленных на объекты друг друга. Сократится время для принятия ответных решений в связи с ядерным нападением или непреднамеренно возникшей ядерной ситуацией. Усилится тенденция роста опасности случайного возникновения ядерной войны.

В числе международно-политических последствий развертывания США космической противоракетной системы нельзя не отметить, что тем самым будет поставлен барьер на пути советско-американского сотрудничества по использованию космического пространства в мирных целях. Потенциальная же ценность такого сотрудничества представляется весьма значительной в экономическом и научно-техническом плане, поскольку космические программы СССР и США по многим своим направлениям являются взаимодополняющими. Велика была бы и политическая значимость такого сотрудничества — с точки зрения оздоровления атмосферы советско-американских отношений, обеспечения доверия между народами двух великих держав.

Появление на околоземных орбитах ударного оружия, создание противоспутниковых средств крайне негативно скажется и на перспективах широкого международного сотрудничества по мирному освоению космоса на благо всего человечества.

## **2. ОГРАНИЧЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ**

Основной фокус внимания западных специалистов в 1985 г. по сравнению с 1983 г. сместился от обсуждения планов и возможностей создания всеобъемлющей противоракетной системы для прикрытия территории США и их союзников к рассмотрению тех или иных идей, связанных с противоракетными системами ограниченной эффективности — зональными и объектовыми.

Специалисты не могут не принимать во внимание огромных сложностей и гигантских затрат, а также потенциальных ответных мер другой стороны, которые делают нереальным выполнение задачи, объявленной президентом Р. Рейганом в его известной речи от 23 марта 1983 г.



В целом ряде исследований, проведенных как советскими, так и американскими учеными, был подтвержден вывод, сделанный советскими академиками в "Обращении ко всем ученым мира" в апреле 1983 г.: противоракетное оружие почти ничем не может помочь стране, подвергшейся внезапному массированному нападению, поскольку оно неспособно защитить подавляющее большинство населения. Обоснованно отмечается, что с учетом ответных мер другой стороны такая система не сможет полностью предотвратить и ответный удар этой стороны.

Вопреки этим выводам приверженцы СОИ стремятся форсировать исследования и разработки соответствующего оружия, сделать этот процесс необратимым. Маскируя свои истинные намерения приобретения военного превосходства над СССР, они выдвигают ориентированные на обработку общественного мнения различные доводы в пользу разного рода не претендующих на высокую эффективность вариантов противоракетной системы. Даже ограниченная по своим возможностям, функциям и масштабам противоракетная система, которую можно было бы создать до 2000 года, окажется, утверждают они, "стабилизирующее воздействие" на военно-политическую и военно-стратегическую обстановку в мире. При этом ими отнюдь не снимается и задача развертывания в более отдаленной перспективе глобальной противоракетной системы. Примечательно, что и об отказе от ядерного оружия уже речи не ведется. Ограниченные же варианты системы по-прежнему рассматриваются рядом американских деятелей как промежуточный этап на пути к ее полномасштабной реализации.

Создание промежуточных, не претендующих на высокую эффективность вариантов противоракетной системы обосновывается, в частности, необходимостью защиты США от "третьих стран" — т.е. государств, которые могут стать обладателями ядерного оружия в недалеком будущем и которые могли бы, как полагает ряд западных специалистов, шантажировать своим ядерным оружием даже великие державы. Выдвигается тезис и о том, что ограниченная ПРО, не способная отразить сколько-нибудь мощный ракетно-ядерный удар по населению и промышленности — ни первый, ни ответный удар, все же позволила бы уберечь страну от случайных, несанкционированных запусков ракетно-ядерного оружия.

Сторонники ограниченно-эффективной ПРО в США утверждают также, что такая система послужила бы-де упрочению фактора сдерживания ядерной войны, повысив степень неопределенности в стратегическом планировании противника, создав "непомерно большие осложнения на пути планирования потенциальным агрессором возможного первого удара".

Некоторые высокопоставленные представители администрации США считают желательным и технически осуществимым уже в обозримом будущем развертывание большого числа противоракетных комплексов (преимущественно наземного и воздушного базирования) для объектовой защиты пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, которые, по их мнению, становятся все более уязвимыми в связи с возрастанием точности, поражающей способности боеголовок другой стороны.



Аргументы изобретателей различных вариантов ПРО не выдерживают серьезной критики. Если руководствоваться нормальной политической и стратегической логикой, становится очевидным, что куда более эффективным средством ограждения государств от ядерного шантажа, а тем более от применения ядерного оружия, было бы укрепление режима его нераспространения, снижение уровня международной напряженности в целом и особенно непосредственно в тех региональных подсистемах международных отношений, субъекты которых являются потенциальными обладателями ядерного оружия. Разумеется, при этом США и другие ядерные державы, следуя примеру СССР, должны на деле продемонстрировать другим государствам стремление к ограничению и сокращению своих ядерных вооружений, к чему обязывает раздел VI Договора о нераспространении ядерного оружия.

Что касается договора о необходимости создания широкомасштабной системы ПРО с космическими элементами для защиты от случайных, несанкционированных запусков ядерных ракет, на первый взгляд он может показаться кое-кому привлекательным. Однако те, кто его выдвигает, сознательно умалчивают, что уменьшить риск таких запусков можно гораздо менее технически сложными и нестабилизирующими в военно-стратегическом и политическом отношении мерами; например, повышая надежность самоликвидирующих устройств в стратегических средствах доставки с автономными системами наведения, что позволило бы взрывать носитель (без подрыва ядерной боевой части) по команде с пункта управления с минимальным ущербом для населения и окружающей среды.

Необходимо соизмерять также риск случайного, несанкционированного запуска ракеты не только с военно-политическими и экономическими издержками создания широкомасштабной системы ПРО, но и с опасностью самоактивации такой системы в результате ошибки в подсистеме обнаружения, распознавания цели или в звене боевого управления ею. Некоторые расчеты говорят о том, что вероятность ошибки, сбоя в работе подсистемы боевого управления противоракетной системы США будет существенно выше, чем вероятность случайного запуска, особенно если ракетно-ядерные арсеналы обеих сторон подвергнутся в результате взаимоприемлемых договоренностей значительным сокращениям (при которых в том числе не увеличивалось бы соотношение числа боеголовок одной стороны к числу объектов стратегических сил другой), а надежность системы управления соответствующими силами будет целенаправленно повышаться.

Противоречащим диалектике современного стратегического баланса как сложной динамической макросистемы является и утверждение ряда представителей нынешней вашигтонской администрации о том, что ограниченная система ПРО будет иметь стабилизирующее значение за счет повышения степени неопределенности в стратегическом планировании ядерного удара для другой стороны.

Во-первых, авторы этого тезиса умышленно игнорируют одностороннее обязательство СССР не применять ядерного оружия первым, в

соответствии с которым, кстати, ставятся еще более строгие рамки в организации жесткого контроля, обеспечивающего исключение несанкционированного пуска ядерного оружия. Прими США и их обладающие ядерным оружием союзники такое же обязательство, ситуация стала бы значительно стабильнее, безопаснее — как с точки зрения снижения вероятности преднамеренного первого удара, так и случайных и несанкционированных пусков ракет.

Во-вторых, современной стратегической обстановке уже присуща значительная степень неопределенности в силу самой природы ядерного оружия и наличия его запасов, сложности систем управления и связи, а также целого ряда других факторов. Зачем же, спрашивается, увеличивать эту неопределенность? Привносимая в стратегическое и оперативное планирование одной стороны эта дополнительная неопределенность неминуемо скажется и на степени неопределенности для другой, что вело бы к снижению устойчивости существующего стратегического равновесия, к увеличению угрозы возникновения ядерной войны. В том числе, по мнению многих авторитетных специалистов, неопределенность в планировании "первого разоружающего удара" в современных условиях пока еще очень велика. Обе стороны обладают возможностью гарантированного ответного удара, ибо для этого имеются адекватные, многократно продублированные средства оповещения о ракетно-ядерном нападении, системы командования, управления и связи; на высоком уровне поддерживается боеготовность стратегических ядерных сил обеих сторон. Разумеется, в более отдаленной перспективе такого рода опасность может увеличиваться за счет навязываемого Соединенными Штатами дальнейшего наращивания числа боеголовок, повышения их точности, поражающей способности, а также в результате возможных "прорывов" в развитии средств стратегической противолодочной борьбы. Но это говорит лишь за то, что существует настоятельная необходимость для принятия решительных мер по предотвращению перехода к такой ситуации, в которой опасность "первого удара" может гипотетически все больше и больше увеличиваться.

Одной из действительно эффективных мер по предотвращению создания потенциалов "первого удара" было бы прекращение наращивания ядерных вооружений в количественном и качественном отношении как первый шаг на пути значительных его сокращений. Такие действия сторон предотвратили бы, в частности, рост оснащенности сторон ядерным оружием высокой точности, способным поражать высокозащищенные цели. Необходимо также предпринять взаимосогласованные шаги по ограничению противолодочной активности, увеличивающей стратегическую нестабильность так же, как ряд других мер, уменьшающих вероятность и возможность первого обезоруживающего удара. Соответствующие предложения неоднократно выдвигались Советским Союзом.

Наконец, многокомплексная противоракетная система США для прикрытия установок МБР вне пределов, оговоренных Договором о ПРО 1972 г. и Протоколом к нему 1974 г., и сама по себе представляла бы дестабили-



зирующую систему как одно из важнейших средств материального обеспечения популярных сегодня в Вашингтоне концепций "затяжной" и "ограниченной" ядерной войны.

Влиятельными washingtonскими стратегами подается "ограниченный" "контролируемый" обмен ударами по пусковым шахтам СМБР без нанесения ущерба промышленным объектам, административным центрам, без катастрофических потерь среди мирного населения, в результате которого военные действия прекращались бы "на условиях, более предпочтительных для США". Советская военная доктрина, базирующаяся на реалистических представлениях о природе и характере ядерной войны, отвергает идею ее "ограниченности" как несостоятельную — иллюзорную и исключительно опасную.

В то же время СССР и его союзникам приходится учитывать и такого рода концепции американского военно-политического и военно-стратегического мышления, какими бы нереалистическими они ни были.

До наступления ядерной эры принятие на вооружение государством нереалистических схем ведения войны означало, в первую очередь, опасность жестокого поражения этого государства в войне. В известной мере, с чисто военной точки зрения, это было выгодно его противникам. Сегодня к этому приходится относиться по-иному. Государственное руководство, которое берет на вооружение не учитывающие реальной природы войны и системного характера стратегического баланса концепции и доктрины, исходящие из возможности "управляемости" и "ограниченности" военного противоборства с применением оружия массового уничтожения, обрекает в случае развязывания войны свою страну и ее союзников на верную гибель; при этом оно может потянуть за собой в небытие и все человечество.

### **3. ПРОТИВОРАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ И ЕВРОПЕЙСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Рассмотренные военно-стратегические и международно-политические последствия создания широкомасштабной противоракетной системы с элементами космического базирования в целом относятся и к положению в Европе, поскольку они будут иметь глобальный характер. В то же время представляется необходимым — хотя бы по ряду основных параметров — рассмотреть и более целенаправленно ряд аспектов данной проблемы применительно к вопросам устойчивости стратегического равновесия и международной безопасности непосредственно на европейском континенте.

Главная ставка рейгановской администрации делается на то, чтобы убедить западноевропейских членов НАТО в том, что, создавая противоракетный "щит", Соединенные Штаты якобы смогут прикрыть им не только себя, но и соответствующие государства Западной Европы. Разумеется, при этом западноевропейские страны должны заплатить дополнительными вложениями в военно-технические разработки по программе.



Рассматривая возможность создания любого сколько-нибудь претендующего на эффективность вида противоракетной обороны, следует иметь в виду прежде всего те конкретные носители ядерного оружия, которые определяют баланс сил в данном регионе. В настоящее время в Западной Европе страны НАТО имеют сотни ракет средней дальности, а также большее число средств доставки тактического ядерного оружия. Им противостоят соответствующие советские вооружения. Подлетное время баллистических ракет средней дальности (БРСД) значительно меньше (в 2—3 раза), чем у МБР или даже у значительной части БРПЛ. БРСД также значительно легче МБР, и соответственно у них более короткий участок разгона, на котором, как уже отмечалось в предыдущих разделах доклада, баллистические ракеты представляют собой более уязвимую цель для космических средств ПРО. Еще более коротко время разгона оперативно-тактических баллистических ракет.

В балансе средств средней дальности в Европе значительную роль играет авиация, которая вообще не служит объектом перехвата космическими эшелонами ПРО. И уже ни в коей мере не подпадают под действие ПРО различные носители ядерного оружия поля боя. Это же в полной мере относится и к крылатым ракетам большой дальности различного базирования, которые могут быть использованы для поражения целей на территории Европы.

С учетом сказанного и высокой плотности населения в Западной Европе, близости военных объектов к населенным пунктам развертывание комплексов объектовой ПРО в этом регионе в еще меньшей степени представляется обоснованным, чем даже на территории США. В целом многое наводит на мысль о том, что рассуждения об американском (или натовском) "щите", прикрывающем и Западную Европу, беспочвенны. И есть все основания полагать, что подлинный замысел американских стратегов состоит в том, чтобы в условиях кризисной обстановки прикрыть щитом Соединенные Штаты от ответного удара, а Европу использовать как арену для ведения на ней военных действий. Представляется, что с этим связано как размещение Соединенными Штатами ракет средней дальности на территории Европы, так и принятие на вооружение сухопутными силами США доктрины "воздушно-наземной операции", а Комитетом военного планирования НАТО — доктрины "глубокого эшелонированного удара".

В пользу такого рассмотрения американских планов создания противоракетного щита говорит и отказ Соединенных Штатов от принципа неприменения первыми ядерного оружия, что применительно к военно-политической и военно-стратегической ситуации в Европе имеет особое звучание.

От ряда американских сторонников создания широкомасштабной противоракетной системы доводится слышать, что развертывание таких систем и Соединенными Штатами, и Советским Союзом якобы решило бы многие проблемы стратегического баланса Запад-Восток за счет девальвации в таком случае французских и английских ядерных сил. Авторы такого рода идей сознательно умалчивают о том, что при сколько-нибудь системном подходе к данному вопросу становится очевидным, что такого рода

построения лишены серьезных оснований с точки зрения задач укрепления взаимной безопасности и устойчивости стратегического равновесия. Такое заключение можно сделать хотя бы потому, что вряд ли стоит ожидать пассивности Франции и Великобритании перед лицом такого развития событий. По-видимому, многие из рассмотренных в соответствующем разделе данного доклада средств противодействия противоракетному оружию — как за счет модернизации и наращивания ядерных наступательных вооружений, так и специальных средств нейтрализации и поражения космических эшелонов противоракетной системы — оказались бы доступными для этих двух государств, не говоря уже о каком-либо более широком западноевропейском объединении.

Наиболее разумной альтернативной дестабилизирующему введению противоракетного оружия в уравнение европейского военно-стратегического равновесия является полное избавление этого региона от ядерного оружия вообще — как средней дальности, так и тактического. В качестве одного из первых шагов в этом направлении могло бы быть предложенное комиссией Пальме создание "безъядерного коридора" на стыке НАТО и ОВД. В том же направлении действовало бы и создание безъядерной зоны на Севере Европы, а также в других ее районах.

Крупной вехой на пути избавления Европы от ядерного оружия стала бы реализация изложенного в Заявлении М.С. Горбачева от 15 января 1986 г. предложения о полной ликвидации ракет средней дальности СССР и США в Европейской зоне. Значительный путь к этой цели был проделан в Рейкьявике, где было достигнуто принципиальное согласие, в том числе и по ликвидации этого класса ядерных вооружений. Также подлежали бы замораживанию ракеты с дальностью менее 1000 км. При этом, в отличие от более ранних своих предложений, Советский Союз пошел на очень значительную уступку, не приняв в своих предложениях в зачет ядерные потенциалы Франции и Англии. Однако приверженность американской администрации программе СОИ явилась главным препятствием на пути реализации открывшихся в Рейкьявике возможностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное рабочей группой Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы комплексное исследование целого ряда научно-технических и военно-стратегических аспектов создания широкомасштабной противоракетной системы США с космическими эшелонами, потенциального воздействия развертывания такой системы на стратегическую стабильность, паритет и международную безопасность позволяет сделать весьма определенные выводы.

Такая система явно не способна, как это декларируется ее сторонниками, сделать ядерное оружие "бессильным и устаревшим", обеспечить надежное прикрытие территории США, а тем более их союзников в Западной

Европе или в других районах мира. Отнюдь не будут способствовать повышению устойчивости военно-стратегического равновесия и различные ограниченные варианты противоракетной системы с космическими элементами.

С учетом наличия у Советского Союза огромного экономического и научно-технического потенциала, богатого опыта выбора оптимальных усилий по сохранению примерного военно-стратегического равновесия беспочвенны и не столь открыто рекламируемые, но явно преследуемые Вашингтоном надежды на получение за счет создания и развертывания такой системы сколько-нибудь значимых в военно-стратегическом отношении, а тем более в политическом, преимуществ над СССР и его союзниками.

Нереальны надежды американских "ястребов" и на "экономическое изматывание" Советского Союза в результате навязываемой ими гонки космических вооружений параллельно с раскручиванием ее в области ядерных и обычных вооружений. Один из основных выводов анализа, проведенного группой членов и экспертов Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы, состоит в том, что у Советского Союза имеется широкий спектр возможных и доступных, относительно недорогостоящих мер и средств противодействия новой угрозе безопасности СССР и его союзников американским планам создания широкомасштабной противоракетной системы и использования ее как средства обеспечения безнаказанного первого удара.

Проведенная в Комитете советских ученых углубленная системно-аналитическая проработка данного конкретного вопроса показывает, в частности, что в одном из проанализированных сочетаний стоимость комплексной системы мер и средств противодействия широкомасштабной ПРО с элементами космического базирования составит всего несколько процентов от ее стоимости. Ряд других вариантов и комбинаций средств нейтрализации и подавления противоракетной системы выглядят более дорогостоящими, особенно с учетом мер по повышению их устойчивости относительно первого удара другой стороны. Однако в любой комбинации средства противодействия неизменно оказываются по крайней мере в несколько раз менее дорогостоящими по сравнению с широкомасштабной противоракетной системой с космическими эшелонами. К тому же средства противодействия в совокупности значительно менее уязвимы, намного устойчивее как системы, нежели широкомасштабная противоракетная система даже с отдельными элементами космического базирования.

В случае, если, вопреки Договору по ПРО и другим международно-правовым нормам, наперекор мнению подавляющего большинства ученых мира и активным протестам международной общественности, воинствующие и авантюристические силы в руководящих политических, военных и промышленных кругах Соединенных Штатов все же пойдут по пути создания и развертывания оружия "звездных войн", у Советского Союза найдутся разнообразные возможности по обеспечению своей безопасности в этих новых условиях, по сохранению сложившегося в мире военно-стратегиче-



ского паритета. При этом, как неоднократно подчеркивало советское политическое и военное руководство, СССР никогда не пойдет путем, навязываемым ему милитаристскими кругами США.

Однако с учетом понимания того, что современный военно-стратегический баланс — это исключительно сложная макросистема вооружений и других компонентов, что его устойчивость зависит от действий каждой стороны, следует также иметь в виду, что военно-стратегическое равновесие будет всякий раз восстанавливаться — не по вине советской стороны — на более высоком и менее стабильном уровне. В результате риск возникновения ядерной войны будет возрастать, в том числе из-за случайных ошибок в оценке стратегической ситуации, за счет возможной самоактивации космических эшелонов широкомасштабной противоракетной системы, сбоев в подсистемах. Так что даже далекая от того уровня эффективности, который предписывают ей заинтересованные американские промышленники, военные и политики, реализованная противоракетная система в любом из возможных вариантов сведет до минимума устойчивость военно-стратегического равновесия, увеличит угрозу катастрофической ядерной войны.

Развитие в ответ на создание широкомасштабной противоракетной системы устойчивой сети достаточно неуязвимых средств противодействия позволит значительно уменьшить преимущества первого удара по сравнению с той ситуацией, когда противоракетной системой с космическими эшелонами обладали бы обе стороны. Системе стратегического противодействия, при которой у обеих сторон имелось бы космическое противоракетное оружие, была бы свойственна врожденная стратегическая нестабильность, ибо противоракетные космические боевые средства для начала первым ударом могли бы вывести из строя своего "близнеца" в противоположном лагере. При этом сторона, наносящая удар первой, затратила бы на поражение космических боевых средств другой стороны лишь незначительную долю своего боезапаса.

Велика опасность того, что с приобретением широкомасштабной противоракетной системы с космическими эшелонами в руководящих кругах США еще больше усилятся настроения в пользу активного использования военной силы в качестве главного инструмента внешней политики, в том числе путем развязывания разного рода войн, включая ядерные, с попытками завершения их, как это неоднократно отмечалось в документах Пентагона, "на условиях, выгодных США". Недаром многие пропагандисты "звездных войн" выступают и в качестве сторонников и разработчиков различных концепций ведения ядерной войны, пытаясь утверждать, вопреки серьезнейшим научным фактам, что в ядерной войне якобы "возможна победа". Советское политическое и военное руководство отвергает тезис о возможности победы в ядерной войне; в проекте новой редакции Программы КПСС четко и недвусмысленно говорится, что в ядерной войне не будет ни победителей, ни побежденных.

Позитивным фактом международной жизни является то, что американское государственное руководство, вопреки заявлениям представителей

вашингтонской администрации в начале 80-х годов, также официально стало признавать невозможность победы в ядерной войне. Это нашло свое отражение, в частности, в совместном советско-американском заявлении по итогам советско-американской встречи на высшем уровне в Женеве в ноябре 1985 г. В нем отмечается, что "ядерная война никогда не должна быть развязана и что в ней не может быть победителей". Также подчеркивается, что "любой конфликт между СССР и США мог бы иметь катастрофические последствия", откуда вытекает необходимость "предотвращения любой войны между ними — ядерной или обычной". Стороны также заявили, что они "не будут стремиться к достижению военного превосходства".

К сожалению, в строительстве вооруженных сил США, в доктринальном мышлении военного ведомства по-прежнему явно видны тенденции прямо противоположной направленности.

Полагаться на победу в ядерной войне, в том числе уповая на массированное применение ударного космического оружия, — дело исключительно опасное. До наступления ядерно-космической эры принятие на вооружение государством нереалистических и авантюрных в своей основе концепций силовых методов политики, так или иначе опирающихся на приведение в действие своей военной машины, т.е. на войну, могло означать в худшем для него исходе только опасность жестокого поражения в развязанной им войне. Сегодня к этому приходится относиться по-иному. Те государственные и военные лидеры, которые основывают свою политику на концепциях, не учитывающих современную природу войны, неминуемо обрекают свою страну, свой народ, в случае развязывания такой войны, на верную гибель. При этом агрессор может свергнуть в небытие и все человечество.

С учетом этого имеется настоятельная необходимость ради подлинных интересов одинаковой и взаимной безопасности СССР и США, всего международного сообщества сохранять Договор об ограничении системы ПРО 1972 г., добиваться предотвращения гонки космических вооружений. Такая линия отвечает требованиям повышения устойчивости военно-стратегического равновесия, снижения вероятности возникновения ядерной войны. Сохранение в неприкосновенности режима строгих ограничений на системы противоракетной обороны, запрещение ударных космических вооружений являются одним из важнейших факторов и условий, при которых возможно ограничение и поэтапное сокращение ядерных вооружений, вплоть до его полной ликвидации во всем мире к 2000 г., как это предложено в Заявлении Генерального секретаря ЦК КПСС М.С. Горбачева от 15 января 1986 г.

Интересы прекращения гонки ядерных вооружений, предотвращения наращивания все более дестабилизирующих систем высокоточного оружия, а следовательно — предотвращения угрозы ядерной войны настоятельно требуют осуществления и такой меры, как полное и всеобщее запрещение испытаний ядерного оружия. Прекращение испытаний ядерного оружия надежно перекрывает каналы совершенствования такого оружия.

Поистине огромные перспективы открывало бы претворение в жизнь

советских предложений, сделанных в ходе встречи на высшем уровне в Рейкьявике в октябре 1986 г. Основным содержанием этих предложений являлось поэтапное сокращение и полная ликвидация стратегических наступательных вооружений и уничтожение ракет средней дальности в Европе. Важнейшим условием осуществимости столь кардинальных мер, несомненно, является сохранение и укрепление режима строгих ограничений на системы противоракетной обороны, осуществление исследований, испытаний и разработок по данным программам в рамках лабораторий без выхода в космос.

Не вызывает сомнения тот факт, что принятие выдвинутого пакета крупных мер положило бы начало новой эпохе в жизни человечества — безъядерной. Но главным препятствием на пути прекращения гонки вооружений, избавления мира от ядерного оружия, тех неоценимых возможностей, которые могли бы открыться после Рейкьявика, стала программа "стратегической оборонной инициативы".



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е.П. Велихов. Советская программа мира и задачи советских ученых . . .</i>	3
<i>Часть первая</i>	
<b>ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ . . . . .</b>	<b>45</b>
<i>Ю.А. Израэль. Крупномасштабные геофизические и экологические последствия возможной ядерной войны . . . . .</i>	<i>46</i>
<i>Г.Л. Стенчиков. Климатические последствия ядерной войны: численные эксперименты с гидродинамической моделью климата ВЦ АН СССР . . . . .</i>	<i>66</i>
<i>Г.С. Голицын, А.С. Гинзбург. Природные аналоги ядерной катастрофы . . . . .</i>	<i>100</i>
<i>А.А. Баев, Н.П. Бочков, В.И. Иванов. Медицинские и эколого-биологические последствия возможного ядерного конфликта . . . . .</i>	<i>124</i>
<i>Анат. А. Громыко. Последствия ядерной войны и развивающиеся страны . . . . .</i>	<i>140</i>
<i>Часть вторая</i>	
<b>МАТЕРИАЛЫ И ДОКУМЕНТЫ, КАСАЮЩИЕСЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ В ЗАЩИТУ МИРА, ЗА РАЗОРУЖЕНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ . . . . .</b>	<b>167</b>
<i>Комитет советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы. (Краткая справка) . . . . .</i>	<i>168</i>
<i>Ученые мира заявляют: катастрофу ядерной войны можно и должно предотвратить . . . . .</i>	<i>170</i>
<i>Декларация о предотвращении ядерной войны . . . . .</i>	<i>173</i>
<i>Обращение ко всем ученым мира . . . . .</i>	<i>177</i>
<i>Воззвание Всесоюзной конференции ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны, за разоружение и мир . . . . .</i>	<i>179</i>
<i>Текст итогового документа, принятого "Международной встречей ученых, посвященной проблеме изучения долговременных последствий ядерных взрывов", проходившей в Папской академии в Ватикане 22-24 января 1984 г. . . . .</i>	<i>181</i>
<i>Ответы академика Е.П. Велихова на вопросы американского журнала "Бюллетень Общества Кусто" . . . . .</i>	<i>183</i>
<i>Погоня за иллюзией. Зыбкие аргументы сторонников "звездных войн" . . . . .</i>	<i>184</i>
<i>Секунды, которые потрясли мир . . . . .</i>	<i>188</i>
<i>Хиросима - вовеки и никогда! К парламентариям и народам мира . . . . .</i>	<i>190</i>
<i>Планета для людей . . . . .</i>	<i>192</i>
<i>С научной последовательностью . . . . .</i>	<i>194</i>
<i>Народы мира ждут ответа. Обращение Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы к американским ученым в связи с истечением срока моратория, объявленного Советским Союзом на ядерные испытания . . . . .</i>	<i>195</i>
<i>За мирное сотрудничество в Космосе . . . . .</i>	<i>196</i>
<i>Обращение советских ученых к американским ученым . . . . .</i>	<i>199</i>
<i>Обращение делегатов VI конгресса движения "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" к Генеральному секретарю ЦК КПСС М.С. Горбачеву и президенту США Р. Рейгану . . . . .</i>	<i>201</i>

Медицинский рецепт международного движения "Врачи мира за предотвращение ядерной войны" . . . . .	203
Обращение к ученым мира . . . . .	205
Декларация участников международного форума ученых за запрещение испытаний ядерного оружия . . . . .	206
Обращение участников международного форума ученых "Наука, техника и мир" к главам государств и правительств . . . . .	208
Время надежд и решений. Академик Е.П. Велихов отвечает на вопросы корреспондента "Правды" . . . . .	209
Веские аргументы ученых . . . . .	211
Доклад вице-президента АН СССР, председателя Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы академика Е.П. Велихова «Отчет о деятельности Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы» . . . . .	214
Заявление участников общего собрания Академии наук СССР . . . . .	219

## *Приложение*

<b>ШИРОКОМАСШТАБНАЯ ПРОТИВОРАКЕТНАЯ СИСТЕМА И МЕЖДУНАРОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> . . . . .	221
<b>Введение</b> . . . . .	223
<b>I. Потенциальные боевые компоненты космических эшелонов широко-масштабной противоракетной системы</b> . . . . .	226
1. Лазерное оружие . . . . .	230
2. Пучковое оружие . . . . .	234
3. Кинетическое оружие . . . . .	235
4. Боевые космические станции . . . . .	238
<b>II. Некоторые научно-технические аспекты построения системы ПРО для перехвата баллистических ракет на конечном участке траектории полета</b> . . . . .	240
<b>III. Использование поражающих элементов космической противоракетной системы для ударов по воздушным и наземным объектам</b> . . . . .	244
<b>IV. Подсистемы обеспечения функционирования боевых компонентов</b> . . . . .	250
1. Подсистема обнаружения, опознавания и наведения на цель . . . . .	250
2. Подсистема боевого управления широкомасштабной противоракетной системой с космическими эшелонами . . . . .	253
<b>V. Широкомасштабная противоракетная система: возможные контрмеры</b> . . . . .	260
1. Специальные средства поражения и нейтрализации . . . . .	260
2. Развитие стратегических ядерных вооружений как мера по сохранению способности к адекватному ответному удару . . . . .	263
<b>VI. Военно-стратегические и международно-политические последствия создания и развертывания широкомасштабной противоракетной системы с космическими эшелонами</b> . . . . .	268
1. Общие военно-политические последствия создания широкомасштабной противоракетной системы для прикрытия территории страны . . . . .	268
2. Ограниченные варианты противоракетной системы и устойчивость стратегического равновесия . . . . .	274
3. Противоракетное оружие и европейская безопасность . . . . .	278
<b>Заключение</b> . . . . .	280

УДК 502.3 : 17

Велихов Е.П. Советская программа мира и задачи советских ученых. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

В статье Председателя комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы раскрыты цели и задачи деятельности этого Комитета, роль ученых в борьбе за воплощение в жизнь важнейших мирных инициатив советского правительства. Описывается развитие и разработка различных аспектов концепции "ядерной ночи" и "ядерной зимы". Подвергается критике программа "звездных войн", отмечается особая опасность даже частичной реализации планов СОИ.

Библиогр. 44 назв.

УДК 502.5 (203)

Израэль Ю.А. Крупномасштабные геофизические и экологические последствия возможной ядерной войны. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

На базе собственных исследований автор описывает геофизические и экологические аспекты глобального изменения климата и биосферы Земли в случае крупномасштабного ядерного конфликта. Рассмотрены долговременные факторы воздействия загрязнения атмосферы радиоактивными продуктами, аэрозольными частицами и газообразными веществами, а также нарушения озонового слоя атмосферы в результате ядерной войны.

Табл. 3. Ил. 2. Библиогр. 39 назв.

УДК 502.55 : 509.677

Стенчиков Г.Л. Климатические последствия ядерной войны: численные эксперименты с гидродинамической моделью климата ВЦ АН СССР. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

Описываются результаты расчетов параметров "ядерной зимы" в зависимости от различных сценариев ядерного конфликта, характера ядерных взрывов и оптических характеристик аэрозоля, образующегося после ядерных пожаров. Приводятся данные вычислительных экспериментов математического моделирования эволюции атмосферы и океана в результате крупномасштабных загрязнений атмосферы и транспорта аэрозоля.

Ил. 19. Библиогр. 25 назв.

УДК 550.348.425.4

Голицын Г.С., Гинзбург А.С. Природные аналоги ядерной катастрофы. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

В статье обобщаются исследования различных авторов возможных физических аналогов ядерной войны (землетрясения, извержения вулканов, массовые пожары, глобальные пыльные бури). В то же время показаны принципиальные различия между указанными природными явлениями и возможной ядерной катастрофой, вытекающие из масштабности и трудной предсказуемости долговременных последствий ядерной войны для человека и окружающей среды.

Ил. 9. Библиогр. 70 назв.



УДК 502 : 621.039

Баев А.А., Бочков Н.П., Иванов В.И. Медицинские и экологобиологические последствия возможного ядерного конфликта. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

Авторами показано, что медицинские последствия ядерной катастрофы далеко не ограничиваются достаточно хорошо изученными факторами первичного ядерного поражения. Долговременные глобальные последствия выражаются как в поражении среды обитания человека, так и отдельных индивидов. Особое внимание обращено на изменение наследственного материала у потомства облученных (генетические последствия). Рассмотрено возможное изменение биогеоценозов, а также техносферы и социосферы.

Табл. 2. Библиогр. 27 назв.

УДК 502.313 : 33/39

Громыко А.А. Последствия ядерной войны и развивающиеся страны. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

Показано, что любая ядерная война не может быть ограничена какими-либо рамками и неминуемо приобретает всемирный характер, затронет все страны и народы, независимо от их географического расположения. В статье подробно рассматриваются различные аспекты последствий возможной ядерной войны в Северном полушарии для стран и народов Азии, Африки и Латинской Америки. Раскрывается особая опасность для развивающихся стран агрессивной милитаристской политики США и стран НАТО.

Библиогр. 32 назв.

УДК 502.3/5

Материалы и документы, касающиеся деятельности советских ученых в защиту мира, за разоружение и предотвращение ядерной угрозы. — В кн.: Климатические и биологические последствия ядерной войны. М.: Наука, 1987.

Во второй части книги приводятся опубликованные ранее резолюции и обращения ученых и общественных деятелей, и прежде всего членов Комитета советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы, а также статьи и материалы по этой тематике, опубликованные в советской и зарубежной периодической печати.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ

*Утверждено к печати Комитетом советских ученых  
в защиту мира, против ядерной угрозы*

Редактор Л.Н. Кузьмина

Художник Н.И. Шевцов. Художественный редактор Н.Н. Власик  
Технический редактор И.И. Джонова. Корректор О.А. Пахомова

Набор выполнен в издательстве на наборно-печатающих автоматах

ИБ № 35605

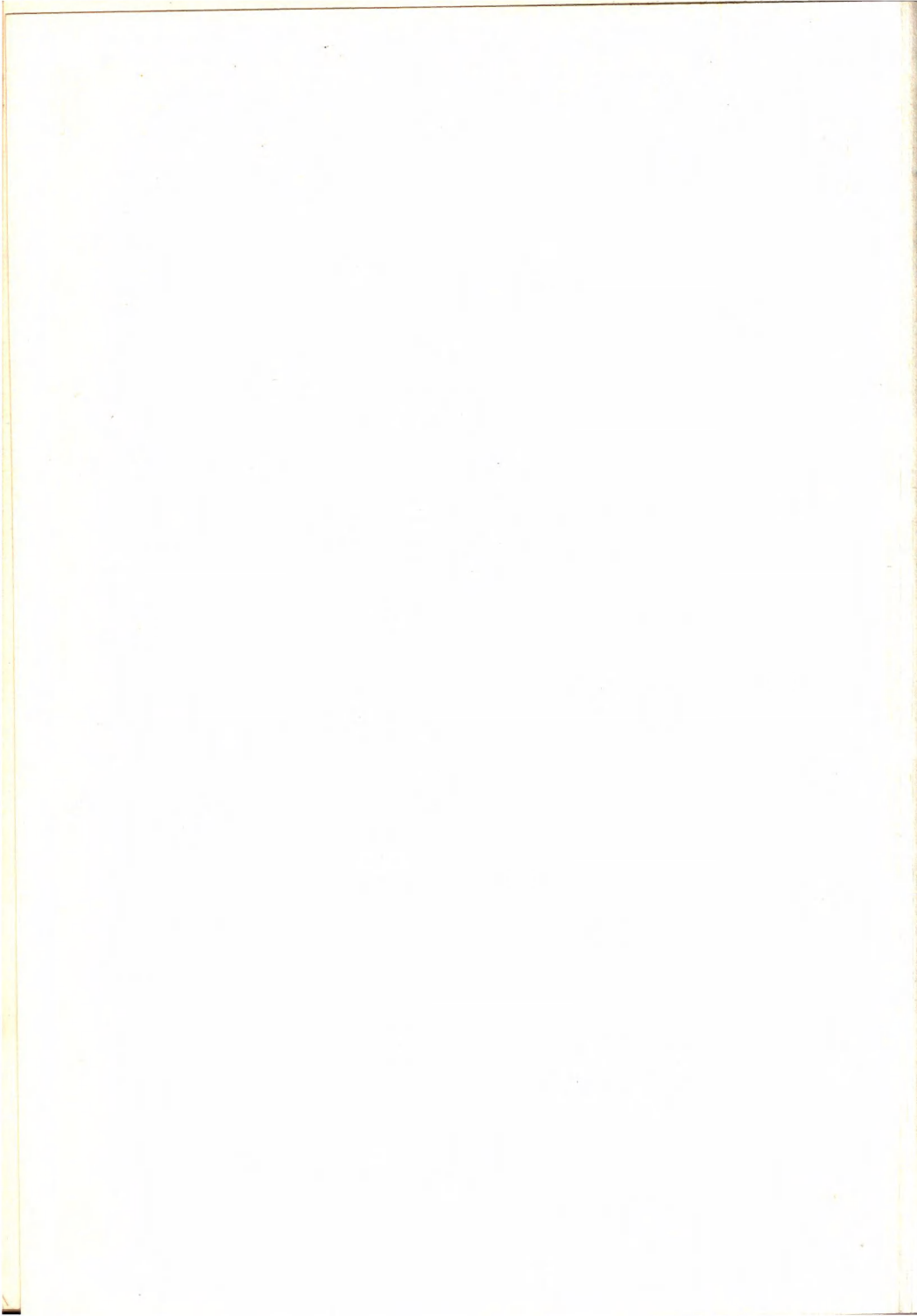
Подписано к печати 04.02.87. Т—05324. Формат 60х84 1/16  
Бумага офсетная № 1. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная  
Усл.печл. 16,7. Усл.кр.-отт. 17,0. Уч.-издл. 20,3  
Тираж 12000 экз. Тип. зак. 1189. Цена 1р. 40к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука"

117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука"  
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12











1 р. 40 к.

В книге, подготовленной Комитетом советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы, раскрываются важнейшие научные проблемы, охватывающие широкий комплекс прогнозируемых последствий ядерной войны. Перед читателями раскрывается картина возможной беспрецедентной экологической катастрофы, гибели земной цивилизации в результате гигантских пожаров и загрязнений атмосферы планеты. Моделирование климатических последствий массированного применения ядерного оружия привело к разработке концепции «ядерной ночи» и «ядерной зимы». Создание этой книги — реальный вклад советской науки в борьбу за мир, разоружение и предотвращение ядерной катастрофы.





КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНОЙ ВОЙНЫ